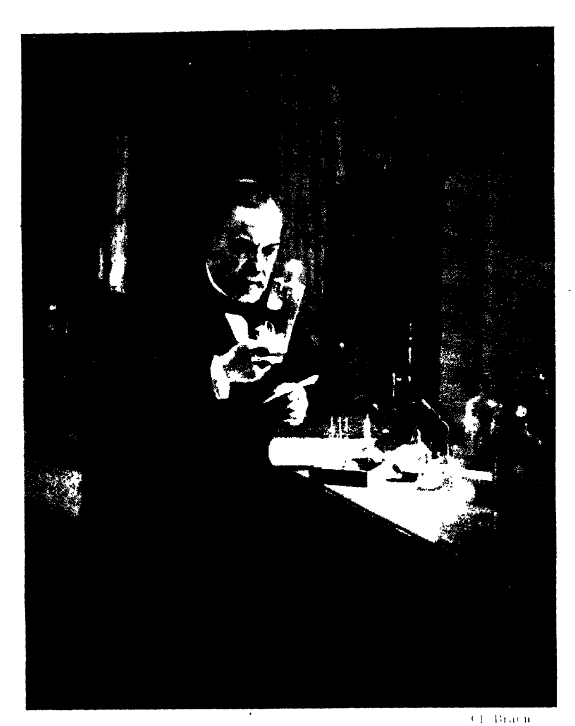
LA SCIENCE FRANÇAISE

TOME PREMIER



Cl. Braun

LOUIS PASTEUR (1822-1895)

TABLEAU DE
EDELFELT

EXPOSITION UNIVERSELLE
ET INTERNATIONALE DE SAN FRANCISCO

LA SCIENCE FRANÇAISE

TOME PREMIER

PARIS
Ministère de l'Instruction publique
et des Beaux-Arts

1915

LA SCIENCE FRANÇAISE

A

L'EXPOSITION DE SAN FRANCISCO

Le Ministère de l'Instruction publique de France a accepté avec joie l'offre aimable qui lui était faite de participer à l'Exposition internationale de San Francisco et il s'est efforcé d'apporter à cette haute manifestation de l'activité humaine une contribution digne à la fois de ces deux grands pays amis, les États-Unis et la France.

L'Exposition qu'il présente est sans doute d'un aspect un peu sévère; on n'y voit rien de ce qui attire d'ordinaire l'attention du visiteur superficiel cherchant dans les vastes spectacles offerts à sa curiosité une impression agréable ou une sensation inconnue; on espère cependant qu'elle paraîtra d'un intérêt véritable à qui voudra bien s'arrêter un instant et réfléchir.

Elle consiste, cette sérieuse exposition, en une bibliothèque assez abondante où se trouvent réunis des livres jaunis par le temps et des publications où l'encre est encore fraîche, de gros volumes et de petits opuscules. Dans ces ouvrages de dates si variées, d'aspects si divers, se trouve, pour ainsi dire, concentrée la pensée scientifique d'un peuple; voici la part essentielle que la France a apportée au progrès scientifique; voici l'exposé, par les auteurs eux-mêmes, des grandes découvertes dues à son génie créateur.

Pour chaque science, on a essayé de remonter au moment où, en France, un ordre d'études, importantes par le profit

intellectuel ou moral qu'elles procurèrent aux hommes, fut abordé pour la première fois et devint l'objet de recherches systématiquement conduites. On a voulu marquer l'origine, le point d'où sont partis tant de hardis explorateurs pour l'éternel voyage à la recherche de la vérité; on a indiqué, sur les chemins tracés par leurs glorieux efforts, les sommets d'où ont été aperçus de nouveaux horizons; on a signalé enfin, avec quelque insistance, l'étape actuellement atteinte qui sera dépassée par le travail de demain poursuivi dans des directions que l'on a cherché à préciser.

On verra donc dans la bibliothèque des livres vénérables et illustres par où une grande idée fut semée dans le monde; puis les publications principales, grâce auxquelles les rameaux puissants d'une doctrine se développèrent; enfin, pour l'heure présente, un choix assez large d'ouvrages individuels ou de recueils collectifs où l'on trouvera la preuve tangible de l'activité scientifique de la France, et où l'on pourra apprécier la luxuriante floraison produite par une habile culture.

Afin de faciliter un tel jugement on a pris soin de présenter pour chaque science une courte mais substantielle notice résumant l'œuvre accomplie par la France dans la discipline correspondante, ainsi qu'une liste bibliographique des principaux ouvrages cités dans cette notice, en signalant par un astérisque les publications qui figurent en tout ou en partie sur les rayons de la bibliothèque. Les diverses brochures ainsi tirées à part sont mises à la libre disposition des visiteurs qu'elles intéressent spécialement.

Il a paru bon, d'ailleurs, de réunir en un volume les brochures qui prennent leur véritable signification et acquièrent leur pleine valeur quand elles sont vues dans leur ensemble et apparaissent dans une impressionnante synthèse.

Lorsqu'il fallut procéder à l'assemblage de ces précieux matériaux, un problème redoutable se posa. Quelle règle de classement convenait-il d'adopter? selon quels principes fallait-il les ranger? Aujourd'hui où tant de systèmes anciens sont périmés, où tant de relations imprévues se sont établies entre les connaissances humaines, séparées autre-

fois en des compartiments sans communication les uns avec les autres, on ne peut songer à une classification rationnelle, entraînant l'adhésion de tous les esprits. L'entreprise tentée par un Auguste COMTE ou par un AMPÈRE peut conserver un intérêt historique, elle ne conduit plus à une conséquence pratique.

Ce n'est pas dans ce livre qu'il faudra chercher un mode rationnel de classification des sciences; on s'est prudemment abstenu de tenter une telle œuvre, et l'on n'a eu d'autre prétention que de présenter les richesses dont on disposait dans un ordre qui, bien qu'arbitraire et sans aucune visée philosophique, permît au lecteur de trouver commodément les endroits vers lesquels il désire se diriger.

Les explications qui précèdent étaient nécessaires pour que fût facilement compris le dessein dont on a poursuivi l'exécution. Est-il utile d'ajouter que le but n'a pas été tout à fait atteint et ne suffit-il pas de définir une trop ambitieuse intention pour faire comprendre dès l'abord qu'elle ne saurait trouver une intégrale réalisation?

Alors même que les circonstances actuelles n'auraient pas réclamé de tous les Français le meilleur de leur activité pour une noble tâche plus pressante, alors que le temps aurait été moins étroitement mesuré entre l'heure où fut conçu le plan de ce travail et celle où il fallut achever l'entreprise, on eût dû néanmoins s'attendre à ce que des imperfections apparussent, rendues plus évidentes par la réunion des documents : lacunes, redites, manques de proportion, absence d'homogénéité.

Il n'y a pas lieu de dissimuler ces imperfections : elles sont inhérentes à la construction même; peut-être pourra-t-on, sans être taxé de paradoxe, prétendre qu'elles sont légitimes et nécessaires, parce qu'on les peut considérer comme représentatives de la position de la Science elle-même, qui n'est pas arrivée à l'état d'une œuvre achevée et qui, sans doute, progressant sans cesse, ne saurait atteindre jamais le complet équilibre.

Dans les diverses notices rassemblées en volume, dans

les listes bibliographiques, les inégalités d'étendue sont évidentes ; on n'a pas cherché à les faire disparaître, non seulement parce que l'on a cru devoir respecter l'œuvre des savants éminents qui avaient bien voulu accepter d'exécuter le travail, mais encore parce que ces inégalités correspondaient souvent à la nature des choses. Toutes les sciences ne sont pas parvenues au même point de leur développement ; pour certaines, il est plus difficile d'élaguer à coup sûr, on ignore encore quelles sont les branches où pousseront les plus beaux fruits et l'on ne peut discerner avec certitude celles qui seront fécondes et celles qui demeureront stériles. Le choix est plus difficile là où l'ordre et la méthode n'ont pas encore entièrement triomphé, et l'on comprend qu'il n'y a pas lieu de mesurer l'état d'avancement des études scientifiques en France par l'ampleur de la notice qui est consacrée à chaque spécialité.

Les lacunes, qu'il serait très aisé de signaler, s'expliquent et s'excusent, elles aussi, par de très simples raisons. Quelques-unes ne sont pas volontaires, elles sont attribuables à des causes accidentelles et l'on ne saurait s'étonner, à l'heure présente, de certains retards ou de certaines impossibilités qui ont privé l'œuvre de collaborations désirées. D'autres sont systématiques et correspondent à une limitation, arbitraire sans doute, mais nécessaire.

Comment tracer aujourd'hui les frontières du terrain scientifique ?

Que si l'on définit la Science par son but et qu'on la considère comme la recherche de la vérité, ne doit-on penser que ceux-là furent des savants qui donnèrent aux hommes le fruit de leur pensée créatrice, et un Rabelais, un Voltaire ou un Victor Hugo n'apparaissent-ils pas comme des génies scientifiques, lorsqu'ils font apercevoir dans un éclair lumineux un domaine nouveau pour l'esprit ?

Que si l'on cherche dans la méthode le caractère essentiel d'une œuvre scientifique, ne devra-t-on pas délibérément éliminer, au contraire, des disciplines qui ont récemment cherché à se ranger sous le drapeau de la Science et dont l'ambition doit être tenue comme prématurée alors qu'elles

procèdent encore par des moyens incertains, des observations subjectives, des expériences incomplètes et arbitrairement conduites et qu'elles réservent une part trop considérable au sentiment personnel? Et, par ailleurs, les grandes applications d'un côté, les œuvres d'art de l'autre, ne participent-elles pas de l'œuvre scientifique et convient-il de les éliminer de sa souveraineté?

En vérité, ne pouvant résoudre de si vastes problèmes, on s'est arrêté à une solution très simple et sans aucune prétention philosophique. On a compris dans la bibliographie tous les ouvrages qui se réclament eux-mêmes de la science pure, ou qui ne sont pas des œuvres d'imagination, et l'on a, dans d'autres locaux, disposé par d'autres soins les livres que l'on range d'ordinaire dans la production littéraire et les résultats des efforts qui se sont consacrés aux riches conséquences des découvertes théoriques.

On demande au visiteur qui ne trouverait pas ici ce qu'il y viendra chercher de se montrer indulgent. Qu'il ne conclue pas surtout d'une lacune que l'œuvre de la France fut insignifiante dans la spécialité qui peut n'être pas représentée. Qu'il n'accuse des imperfections que celui à qui les circonstances ont valu l'honneur et imposé la lourde tâche de rassembler ces documents, et qu'il veuille bien se joindre à lui pour remercier les savants auteurs des notices et aussi de précieux collaborateurs, M. COULET, directeur de l'Office national des Universités, M. GASTINEL, inspecteur de l'Académie de Paris, sans le zèle et l'érudition desquels l'œuvre n'aurait pu être menée à bonne fin ni même sans doute entreprise.

✿ ✿ ✿

Il appartient aux visiteurs de l'Exposition et aux lecteurs des notices de tirer de leurs visites et de leur lecture les conclusions particulières et les enseignements convenables. Mais on permettra, sans doute, d'indiquer brièvement ici l'impression générale que semble devoir produire dans tous les esprits l'ensemble des livres exposés.

D'abord apparaît nettement l'ancienneté de la Science française; on a sous les yeux son passé illustre, on constate ses traditions plusieurs fois séculaires.

Elle ne date pas d'hier, cette Science glorieuse; et si l'on remonte aux origines lointaines, comme si l'on arrive aux temps voisins du présent, on constate que, souvent, à la source même d'où est sortie une nouvelle catégorie de connaissances humaines, est attaché un grand nom français.

Il est arrivé bien des fois dans l'histoire des grandes découvertes qu'une science, complètement insoupçonnée la veille, est, nouvelle Minerve, sortie tout armée, munie de sa méthode propre et de ses moyens d'action, du cerveau puissant d'un homme de génie. De ces hommes-là, la France a été la mère féconde; elle a enfanté, elle a instruit, elle a préparé, par sa douce et profonde culture, les DESCARTES, les LAVOISIER, les CHAMPOLLION, les AMPÈRE, les LAMARCK, les Claude BERNARD, les PASTEUR.

Mais alors même qu'elle ne fut pas l'initiatrice, elle sut toujours se montrer originale, dès qu'elle entra dans un domaine nouveau, elle y apporta de nouvelles méthodes et ceux-là aussi furent des créateurs qui rendirent possible, par leurs ingénieux efforts, l'exploitation rationnelle d'une région encore inculte.

Partout où elle porta son activité, elle sut mettre l'ordre, la netteté, la précision, qui sont dans son génie. La Science française se pourrait comparer à ces monuments grecs, dont les lignes hardies et sûres excitent l'admiration par leur fermeté gracieuse et leur pureté élégante; rien d'inutile, rien de disproportionné, tout est simple, tout est intelligible, et les éléments donnent, par leur harmonieux assemblage, l'impression d'une chose solide et voisine de la perfection.

La clarté est un besoin de cette science, elle ne comprend que ce qui est, par elle, ramené à l'évidence. Elle ne saurait se contenter de poser des définitions abstraites, puis d'en déduire, par des procédés logiques, des conséquences lointaines; elle veut, à chaque pas qu'elle fait, confronter ses

progrès avec la réalité. Constamment elle découvre, elle fait œuvre créatrice parce qu'elle ne consent jamais à user, dans ses raisonnements, de moyens mécaniques et que son effort d'intelligence reste toujours tendu.

Elle a le goût du général, mais elle sait que ce qui est nuageux et obscur n'est pas nécessairement profond; elle reste sage et prudente dans ses conclusions; la modération et la modestie lui plaisent et ajoutent encore à sa force; elle n'a pas l'outrecuidante pensée qu'elle connaît tout et qu'elle a le droit de s'imposer même par la violence.

Elle a pour principe de choisir; elle distingue dans les fruits qu'elle cueille les bons et les mauvais; elle ne s'appesantit pas inutilement sur d'inutiles constatations et va directement à l'essentiel. Comme telle autre, elle pourrait accumuler les faits, les cataloguer, les réunir, mais elle ne saurait se contenter d'une telle besogne et elle veut trouver au milieu de la gangue le métal fin qu'il convient de travailler et, par une habile présentation, elle le fait briller en pleine valeur.

Ses qualités sont trop évidentes pour qu'on ait jamais pu les lui contester, et ceux-là mêmes qui la jalousent vantent volontiers sa simplicité et sa limpidité, mais il est arrivé que ces éloges cachaient parfois d'indirectes critiques. On laissait volontiers entendre que son élégance était une faiblesse, que sa belle simplicité provenait d'une certaine indigence. Le souci qu'elle a de la forme est-il vraiment le signe qu'elle ne s'attache pas assez au fond? Il semble bien, au contraire, que ce besoin impérieux de ne pas rester dans le vague et cette obligation d'arriver à une exposition nette et précise, entraînent la nécessité d'entrer très profondément dans le sujet pour y asseoir solidement la construction que l'on veut édifier.

A travers les siècles, la Science française a su conserver les caractères distinctifs de son génie et elle fut fidèle à son idéal. Il ne faudrait pas croire cependant que ce respect pour ses traditions, cet attachement à ses habitudes aient gêné sa marche en avant et paralysé ses progrès. Elle a bien souvent au contraire, montré une extraordinaire faci-

lité d'adaptation et une souplesse parfaite. Sur le terrain scientifique, comme sur d'autres, la France a été la plus révolutionnaire des nations ; elle a brisé des cadres anciens, institué des régimes nouveaux et, sans préjugé, sans parti pris, elle s'est solidement installée sur les positions conquises.

De tels changements sont la condition même du progrès : la fécondité d'une méthode s'épuise, elle pouvait être bonne en elle-même, elle pouvait avoir conduit à d'importantes découvertes, mais elle ne correspondait pas à la seule manière d'atteindre la vérité ; il convient, à un certain moment, de savoir se placer à un autre point de vue, de chercher d'autres perspectives et d'autres aspects. Cette modification dans le travail doit, pour être vraiment fructueuse, s'accomplir radicalement, en quelque sorte révolutionnairement.

Le visiteur qui parcourt certaines villes anciennes est souvent attristé par le regrettable spectacle que lui offrent les rues modernes ; là s'élèvent des édifices appartenant à un style nouveau, mais où l'on trouve une trace persistante des règles suivant lesquelles avaient été bâtis les beaux monuments du passé. Le contraste est d'autant plus laid que des méthodes d'autrefois on a généralement conservé les plus médiocres et les plus fâcheuses ; sur un palais neuf qui imite maladroitement le splendide édifice gothique, ornement de la cité, on a ajouté de grossiers motifs en ciment armé ; l'ensemble, ainsi constitué, donne une impression pénible par un manque d'harmonie, par un désolant mélange d'éléments qui hurlent d'être ainsi artificiellement associés. La Science française quand elle a construit, le long de voies nouvelles, a su être plus franche, plus originale ; elle a fait table rase et, complètement, largement, elle a, sur les ruines anciennes, bâti des monuments d'une inspiration entièrement inédite.

Elle a évolué sans regrets et sans hésitations, elle comprend les besoins d'aujourd'hui et s'adapte aux conditions modernes de la recherche ; individuelle autrefois, elle devient collective, elle s'organise, elle établit de vastes labo-

ratoires, elle réclame et elle obtient l'association des bonnes volontés et la solidarité des intelligences.

Mais sous des formes entièrement nouvelles, elle garde de sa tradition une partie immatérielle qui n'est pas un fâcheux reste du passé; elle est toujours tolérante, sympathique, elle ne prétend pas être la seule de par le monde, elle sait seulement qu'elle a toujours eu et qu'elle conserve une très grande place et, généreuse et hardie selon sa coutume, elle a, sans arrière-pensée d'imposer sa domination, la volonté d'être parmi les premières dans la marche triomphale de l'esprit humain vers la Vérité.

Lucien POINCARÉ.

20 Février 1915.

LA PHILOSOPHIE

Le rôle de la France dans l'évolution de la philosophie moderne est bien net : la France a été la grande initiatrice. Ailleurs ont surgi également, sans doute, des philosophes de génie ; mais nulle part il n'y a eu, comme en France, continuité ininterrompue de création philosophique originale. Ailleurs on a pu aller plus loin dans le développement de telle ou telle idée, construire plus systématiquement avec tels ou tels matériaux, donner plus d'extension à telle ou telle méthode ; mais bien souvent les matériaux, les idées, la méthode étaient venus de France. Il ne peut être question ici d'énumérer toutes les doctrines, ni de citer tous les noms. Nous ferons un choix ; puis nous tâcherons de démêler les traits caractéristiques de la pensée philosophique française. Nous verrons pourquoi elle est restée créatrice, et à quoi tient sa puissance de rayonnement.

✡ ✡ ✡

Toute la philosophie moderne dérive de DESCARTES (1). Nous n'essaierons pas de résumer sa doctrine : chaque progrès de la science et de la philosophie permet d'y découvrir quelque chose de nouveau, de sorte que nous comparerions volontiers cette œuvre aux œuvres de la nature, dont l'analyse ne sera jamais terminée. Mais de même que l'anatomiste fait dans un organe ou dans un tissu une série de coupes qu'il étudie tour à tour, ainsi nous allons couper l'œuvre de Descartes par des plans parallèles situés les

(1) 1596-1650.

uns au-dessous des autres, pour obtenir d'elles, successivement, des vues de plus en plus profondes.

Une première coupe révèle dans le cartésianisme la philosophie des idées « claires et distinctes », celle qui a définitivement délivré la pensée moderne du joug de l'autorité pour ne plus admettre d'autre marque de la vérité que l'évidence.

Un peu plus bas, en creusant la signification des termes « évidence », « clarté », « distinction », on trouve une théorie de la méthode. Descartes, en inventant une géométrie nouvelle, a analysé l'acte de création mathématique. Il apporte ainsi des procédés généraux de recherche, qui lui ont été suggérés par sa géométrie.

En approfondissant à son tour cette extension de la géométrie, on arrive à une théorie générale de la nature, considérée comme un immense mécanisme régi par des lois mathématiques. Descartes a donc fourni à la physique moderne son cadre, le plan sur lequel elle n'a jamais cessé de travailler, en même temps qu'il a apporté le type de toute conception mécanistique de l'univers.

Au-dessous de cette philosophie de la nature on trouverait maintenant une théorie de l'esprit ou, comme dit Descartes, de la « pensée », un effort pour résoudre la pensée en éléments simples : cet effort a ouvert la voie aux recherches de Locke et de Condillac. On trouverait surtout cette idée que la pensée existe d'abord, que la matière est donnée par surcroît et que le monde matériel pourrait, à la rigueur, n'exister que comme représentation de l'esprit. Tout l'idéalisme moderne est sorti de là, en particulier l'idéalisme allemand.

Enfin, au fond de la théorie cartésienne de la pensée, il y a un nouvel effort pour ramener la pensée, au moins partiellement, à la volonté. Les philosophies « volontaristes » du XIXe siècle se rattachent ainsi à Descartes. Ce n'est pas sans raison qu'on a vu dans le cartésianisme une « philosophie de la liberté ».

A Descartes remontent donc les principales doctrines de la philosophie moderne. D'autre part, quoique le cartésianisme offre des ressemblances de détail avec telles ou

telles doctrines de l'antiquité ou du moyen âge, il ne doit rien d'essentiel à aucune d'elles. Le mathématicien et physicien Biot a dit de la géométrie de Descartes : « *proles sine matre creata* ». Nous en dirions autant de sa philosophie.

Si toutes les tendances de la philosophie moderne coexistent chez Descartes, c'est le rationalisme qui prédomine, comme il devait dominer la pensée des siècles suivants. Mais à côté ou plutôt au-dessous de la tendance rationaliste, recouvert et souvent dissimulé par elle, il y a un autre courant qui traverse la philosophie moderne. C'est celui qu'on pourrait appeler sentimental, à condition de prendre le mot « sentiment » dans l'acception que lui donnait le XVII[e] siècle et d'y comprendre toute connaissance immédiate et intuitive. Or ce second courant dérive, comme le premier, d'un philosophe français. PASCAL (1) a introduit en philosophie une certaine manière de penser qui n'est pas la pure raison, puisqu'elle corrige par l' « esprit de finesse » ce que le raisonnement a de géométrique, et qui n'est pas non plus la contemplation mystique, puisqu'elle aboutit à des résultats susceptibles d'être contrôlés et vérifiés par tout le monde. On trouverait, en rétablissant les anneaux intermédiaires de la chaîne, qu'à Pascal se rattachent les doctrines modernes qui font passer en première ligne la connaissance immédiate, l'intuition, la vie intérieure, comme à Descartes (malgré les velléités d'intuition qu'on rencontre dans le cartésianisme lui-même) se rattachent plus particulièrement les philosophies de la raison pure. Nous ne pouvons entreprendre ce travail. Bornons-nous à constater que Descartes et Pascal sont les grands représentants des deux formes ou méthodes de pensée entre lesquelles se partage l'esprit moderne.

L'un et l'autre ont rompu avec la métaphysique des Grecs. Mais l'esprit humain ne renonce pas facilement à ce dont il a fait sa nourriture pendant bien des siècles. La philosophie grecque avait alimenté le moyen âge, grâce à Aristote. Elle avait imprégné la Renaissance, grâce surtout à Platon. Il

---

(1) 1623-1662.

était naturel qu'on cherchât, après Descartes, à l'utiliser en la rapprochant du cartésianisme. On devait y être porté par la tendance même des philosophes à mettre leur pensée sous une forme systématique, car le « système » par excellence est celui qui a été préparé par Platon et Aristote, définitivement constitué et consolidé par les néo-platoniciens, et il serait aisé de montrer (nous ne pouvons entrer dans le détail de cette démonstration) que toute tentative pour bâtir un système complet s'inspire par quelque côté de l'aristotélisme, du platonisme ou du néo-platonisme. De fait, les deux doctrines métaphysiques qui surgirent hors de France dans la seconde moitié du XVIIe siècle furent des combinaisons du cartésianisme avec la philosophie grecque. La philosophie de Spinoza, si originale soit-elle, aboutit à fondre ensemble la métaphysique de Descartes et l'aristotélisme des docteurs juifs. Celle de Leibniz, dont nous ne méconnaissons pas non plus l'originalité, est encore une combinaison du cartésianisme avec l'aristotélisme, surtout avec l'aristotélisme des néo-platoniciens. Pour des raisons que nous indiquerons tout à l'heure, la philosophie française n'a jamais eu beaucoup de goût pour les grandes constructions métaphysiques; mais quand il lui a plu d'entreprendre des spéculations de ce genre, elle a montré ce qu'elle était capable de faire, et avec quelle facilité elle le faisait. Tandis que Spinoza et Leibniz construisaient leur système, MALEBRANCHE (1) avait le sien. Lui aussi avait combiné le cartésianisme avec la métaphysique des Grecs, (plus particulièrement avec le platonisme des Pères de l'Église). Le monument qu'il a élevé est un modèle du genre. Mais il y a en même temps chez Malebranche toute une psychologie et toute une morale qui conservent leur valeur, même si l'on ne se rallie pas à sa métaphysique. Là est une des marques de la philosophie française : si elle consent parfois à devenir systématique, elle ne fait pas de sacrifice à l'esprit de système; elle ne déforme pas à tel point les éléments de la réalité qu'on ne puisse utiliser

(1) 1638-1715.

les matériaux de la construction en dehors de la construction même. Les morceaux en sont toujours bons.

Descartes, Pascal, Malebranche, tels sont les trois grands représentants de la philosophie française au XVIIe siècle. Ils ont fourni trois types de doctrines que nous rencontrons dans les temps modernes.

Essentiellement créatrice fut encore la philosophie française du XVIIIe siècle. Mais, ici encore, nous devons renoncer à entrer dans le détail. Disons un mot des théories les plus importantes et citons les principaux noms.

On commence seulement à rendre à LAMARCK (1) la justice qui lui est due. Ce naturaliste, qui fut aussi un philosophe, est le véritable créateur de l'évolutionnisme biologique. Il est le premier qui ait conçu nettement, et poussé jusqu'au bout, l'idée de faire sortir les espèces les unes des autres par voie de transformation. La gloire de Darwin n'en est pas diminuée. Darwin a serré de plus près les faits ; il a surtout découvert le rôle de la concurrence et de la sélection. Mais concurrence et sélection expliquent comment certaines variations se conservent ; elles ne rendent pas compte — Darwin le disait lui-même — des causes de la variation. Bien avant Darwin — puisque ses recherches datent de la fin du XVIIIe siècle et du commencement du XIXe — Lamarck avait affirmé avec la même netteté la transformation des espèces, et il avait essayé, en outre, d'en déterminer les causes. Plus d'un naturaliste revient aujourd'hui à Lamarck, soit pour combiner ensemble Lamarckisme et Darwinisme, soit même pour remplacer le Darwinisme par un Lamarckisme perfectionné. C'est dire que la France a fourni à la science et à la philosophie, au XVIIIe siècle, le grand principe d'explication du monde organisé, comme, au siècle précédent, avec Descartes, elle leur avait apporté le plan d'explication de la nature inorganique.

Les recherches et les réflexions de Lamarck avaient d'ail-

---

(1) 1744-1829.

leurs été préparées en France par beaucoup de travaux originaux sur la nature et la vie. Bornons-nous à rappeler les noms de BUFFON (1) et de BONNET (2).

D'une manière générale, les penseurs français du XVIIIe siècle ont fourni les éléments des théories de la nature qui devaient se constituer au siècle suivant. Nous venons de parler du problème de l'origine des espèces. Celui de la relation de l'esprit à la matière, abordé dans un sens plutôt matérialiste, fut posé cependant par les philosophes français du XVIIIe siècle avec une précision telle qu'il appelait aussi bien, dès lors, d'autres solutions. Il faut citer ici les noms de LA METTRIE (3), de CABANIS (4), etc., et encore celui de Charles Bonnet.

On montrerait sans peine que leurs recherches sont à l'origine de la psycho-physiologie qui s'est développée pendant le XIXe siècle. Mais la psychologie elle-même, entendue comme une *idéologie*, c'est-à-dire comme une reconstruction de l'esprit avec des éléments simples, — la psychologie telle que l'a comprise l'école « associationiste » du siècle dernier, — est sortie, en partie au moins, des travaux français du XVIIIe siècle, notamment de ceux de CONDILLAC. Il est juste de reconnaître que les Anglais y ont contribué pour une part plus large encore, et que la doctrine de Locke n'avait pas été sans influence sur l'idéologie française. Mais Locke n'avait-il pas été influencé lui-même par Descartes? Anticipant sur ce que nous aurons à dire du XIXe siècle, nous pouvons dès maintenant faire remarquer que l'œuvre psychologique de TAINE, son analyse de l'intelligence, dérive en partie de l'idéologie du XVIIIe siècle, plus spécialement de Condillac.

Nous n'avons pas à parler ici de la philosophie sociale. Tout le monde sait comment s'élaborèrent en France, au cours du XVIIIe siècle, les principes de la science politique en général, et plus particulièrement les idées qui devaient ame-

(1) 1707-1788.

(2) BONNET (1720-1793), né à Genève, appartenait à une famille française.

(3) 1709-1751. — (4) 1757-1808.

ner une transformation de la société. A MONTESQUIEU (1), à TURGOT (2), à CONDORCET (3), est dû l'approfondissement des concepts de loi, de gouvernement, de progrès, etc., comme aux encyclopédistes en général, à D'ALEMBERT (4), DIDEROT (5), LA METTRIE (6), HELVÉTIUS (7), D'HOLBACH (8), le mouvement qui aboutit à « rationaliser » l'humanité et à la tourner aussi du côté des arts mécaniques.

Mais la plus puissante des influences qui se soient exercées sur l'esprit humain depuis Descartes, — de quelque manière d'ailleurs qu'on la juge, — est incontestablement celle de Jean-Jacques ROUSSEAU (9). La réforme qu'il opéra dans le domaine de la pensée pratique fut aussi radicale que l'avait été celle de Descartes dans le domaine de la spéculation pure. Lui aussi remit tout en question; il fit table rase de ce qui était convention, artifice et tradition; il voulut remodeler la société, la morale, l'éducation, la vie entière de l'homme sur des principes « naturels ». Ceux mêmes qui ne se sont pas ralliés à ses idées ont dû adopter quelque chose de sa méthode. Par l'appel qu'il a lancé au sentiment, à l'intuition, à la conscience profonde, il a encouragé une certaine manière de penser que l'on trouvait déjà chez Pascal, (dirigée, il est vrai, dans un sens tout différent), mais qui n'avait pas encore droit de cité en philosophie. Quoiqu'il n'ait pas construit un système, il a inspiré, en partie, les systèmes métaphysiques du XIXe siècle : le kantisme d'abord, puis le « romantisme » de la philosophie allemande, lui durent beaucoup. L'art et la littérature lui doivent au moins autant. Son œuvre apparaît à chaque génération nouvelle sous quelque nouvel aspect. Elle agit encore sur nous (10).

Dans le coup d'œil que nous venons de jeter sur la phi-

(1) 1689-1755. — (2) 1727-1781. — (3) 1743-1794. — (4) 1717-1783. — (5) 1713-1784. — (6) 1709-1751. — (7) 1715-1771. — (8) 1723-1789.

(9) Né à Genève, d'une famille d'origine française, en 1712. Mort en 1778.

(10) VOLTAIRE (1694-1778) appartient à l'histoire des lettres plutôt qu'à celle de la philosophie. Nous nous attachons surtout, dans le présent travail, à ceux qui furent, en philosophie, les créateurs d'idées et de méthodes nouvelles.

losophie française du XVIIe et du XVIIIe siècle, nous avons pris une vue d'ensemble ; nous avons dû laisser de côté un grand nombre de penseurs et ne considérer que les plus importants d'entre eux. Que sera-ce pour le XIXe siècle ? Il n'y a guère de savant français, ni même d'écrivain français, qui n'ait apporté sa contribution à la philosophie.

Si les trois siècles précédents avaient vu naître et se développer les sciences abstraites et concrètes de la matière inorganique, — mathématiques, mécanique, astronomie, physique et chimie, — le XIXe siècle devait approfondir en outre les sciences de la vie : vie organique et même, jusqu'à un certain point, vie sociale. Ici encore les Français furent des initiateurs. On leur doit la théorie de la méthode, et une partie importante des résultats. Nous faisons allusion surtout à Claude BERNARD (1), et à Auguste COMTE (2).

L'*Introduction à la médecine expérimentale* de Claude Bernard a été, pour les sciences concrètes de laboratoire, ce que le *Discours de la méthode* de Descartes avait été pour les sciences abstraites. C'est l'œuvre d'un physiologiste de génie qui s'interroge sur la méthode qu'il a suivie, et qui tire de sa propre expérience des règles générales d'expérimentation et de découverte. La recherche scientifique, telle que Claude Bernard la recommande, est un dialogue entre l'homme et la nature. Les réponses que la nature fait à nos questions donnent à l'entretien une tournure imprévue, provoquent des questions nouvelles auxquelles la nature réplique en suggérant de nouvelles idées, et ainsi de suite indéfiniment. Ni les faits ni les idées ne sont donc constitutifs de la science : celle-ci, toujours provisoire et toujours, en partie, symbolique, naît de la collaboration de l'idée et du fait. Immanente à l'œuvre de Claude Bernard est ainsi l'affirmation d'un écart entre la logique de l'homme et celle de la nature. Sur ce point, et sur plusieurs autres, Claude Bernard a devancé les théoriciens « pragmatistes » de la science.

Le *Cours de philosophie positive* d'Auguste Comte est une

---

(1) 1813-1878. — (2) 1798-1857.

des grandes œuvres de la philosophie moderne. L'idée, simple et géniale, d'établir entre les sciences un ordre hiérarchique qui va des mathématiques à la sociologie, s'impose à notre esprit, depuis que Comte l'a formulée, avec la force d'une vérité définitive. Si l'on peut contester sur certains points l'œuvre sociologique du maître, il n'en a pas moins eu le mérite de tracer à la sociologie son programme et de commencer à le remplir. Réformateur à la manière de Socrate, il eût été tout disposé, comme on l'a fait remarquer, à accepter la devise socratique « connais-toi toi-même », mais il l'eût appliquée aux sociétés et non plus aux individus, la connaissance de l'homme social étant à ses yeux le point culminant de la science et l'objet par excellence de la philosophie. Ajoutons que le fondateur du positivisme, qui se déclara l'adversaire de toute métaphysique, eut une âme de métaphysicien, et que la postérité verra dans son œuvre un puissant effort pour « diviniser » l'humanité (1).

RENAN (2) n'a pas de parenté intellectuelle avec Comte. Mais, à sa manière, et dans un sens assez différent, il a eu, lui aussi, cette religion de l'humanité qu'avait rêvée le fondateur du positivisme. La séduction qu'il exerça sur son temps tient à bien des causes. Ce fut d'abord un merveilleux écrivain, si toutefois on peut encore appeler écrivain celui qui nous fait oublier qu'il emploie des mots, sa pensée paraissant s'insinuer directement dans la nôtre. Mais bien

---

(1) La sociologie devant faire l'objet d'une monographie spéciale, nous ne parlons ici ni de SAINT-SIMON, ni de FOURIER, ni de PIERRE LEROUX, ni de PROUDHON. La même raison fait que nous laissons de côté des penseurs contemporains éminents qui se sont orientés vers la sociologie : ESPINAS, TARDE, DURKHEIM, LÉVY-BRUHL, LE BON, WORMS, BOUGLÉ, SIMIAND, HALBWACHS, LACOMBE, IZOULET, RICHARD, et beaucoup d'autres. L'œuvre de l'école sociologique française est considérable; il faut qu'elle soit étudiée séparément. On y rattacherait l'œuvre des moralistes : BUREAU, BELOT, PARODI, JACOB, LAPIE, PAYOT, LANDRY, CHABOT, PRADINES, BERNÈS, CANTECOR, DESJARDINS, DELVOLVÉ, QUEYRAT, DE ROBERTY, RUYSSEN, THOMAS, DUPRAT, RAUH, H. MICHEL, CARO, BOURDEAU, MALAPERT, BUISSON, DARLU, PÉCAUT, PÉGUY, etc. Il faudrait faire une place à part, car il ne rentre dans aucune catégorie, au penseur original qu'est G. SOREL.

(2) 1823-1892.

séduisante aussi, bien adaptée au siècle qui avait revivifié les sciences historiques, était la conception doublement optimiste de l'histoire qui pénétrait l'œuvre de ce maître ; car d'une part il pensait que l'histoire enregistre un progrès ininterrompu de l'humanité, et d'autre part il voyait en elle un succédané de la philosophie et de la religion.

Cette même foi à la science, — aux sciences qui étudient l'homme, — se retrouve chez TAINE (1), un penseur qui eut autant d'influence que Renan en France, et qui en eut peut-être plus encore que Renan à l'étranger. Taine veut appliquer à l'étude de l'activité humaine sous ses diverses formes, dans la littérature, dans l'art, dans l'histoire, les méthodes du naturaliste et du physicien. D'autre part, il est tout pénétré de la pensée des anciens maîtres : avec Spinoza, il croit à l'universelle nécessité ; sur la puissance en quelque sorte magique de l'abstraction, sur les « qualités principales » et les « facultés maîtresses », il a des vues qui le rapprochent d'Aristote et de Platon. Il revient ainsi, implicitement, à la métaphysique ; mais il borne l'horizon de cette métaphysique à l'homme et aux choses humaines. Pas plus que Renan, il ne ressemble ni ne se rattache à Comte. Et pourtant ce n'est pas tout à fait sans raison qu'on le classe parfois, ainsi que Renan lui-même, parmi les positivistes. Il y a bien des manières, en effet, de définir le positivisme ; mais nous croyons qu'il faut y voir, avant tout, une conception anthropocentrique de l'univers.

Entre la philosophie biologique et la philosophie sociale, dont la création est due pour une si large part au génie français, vient se placer un ordre de recherches qui, lui aussi, appartient surtout au XIXe siècle : la psychologie. Ce n'est pas à dire qu'il n'y eût eu déjà, principalement en France, en Angleterre et en Écosse, des psychologues pénétrants ; mais l'observation intérieure, laissée à elle-même et réduite à l'étude des phénomènes normaux, avait difficilement accès à certaines régions de l'esprit, notamment au « subconscient ». A la méthode habituelle d'ob-

(1) 1828-1893.



RENÉ DESCARTES (1596-1650)

TABLEAU DE FRANZ HALS
MUSÉE DU LOUVRE

servation intérieure le XIXe siècle en a adjoint deux autres : d'un côté l'ensemble des procédés de mensuration dont on fait usage dans les laboratoires, et d'autre part la méthode qu'on pourrait appeler *clinique*, celle qui consiste à recueillir des observations de malades et même à provoquer des phénomènes morbides (intoxication, hypnotisme, etc.). De ces deux méthodes, la première a été pratiquée surtout en Allemagne : quoiqu'elle ne soit pas négligeable, elle est loin d'avoir donné ce qu'on attendait d'elle (1). La seconde, au contraire, a déjà fourni des résultats importants, et elle en laisse entrevoir d'autres, plus considérables encore. Or, cette dernière psychologie, cultivée aujourd'hui dans bien des pays, est une science d'origine française, qui est restée éminemment française. Préparée par les aliénistes français de la première moitié du XIXe siècle, elle s'est constituée définitivement avec MOREAU DE TOURS et elle n'a pas cessé, depuis, d'être représentée en France par des maîtres, soit qu'ils fussent venus de la pathologie à la psychologie, soit que ce fussent des psychologues attirés vers la pathologie mentale. Il nous suffira de citer les noms de CHARCOT, de RIBOT, de Pierre JANET et de Georges DUMAS.

Mais tandis qu'une partie de la philosophie française, au XIXe siècle, s'orientait ainsi dans la direction de la physiologie, de la psychologie, de la sociologie, le reste prenait pour objet de spéculation, comme aux siècles précédents, la nature en général, l'esprit en général.

Dès le début du siècle, la France eut un grand métaphysicien, le plus grand qu'elle eût produit depuis Descartes et Malebranche : MAINE DE BIRAN (2) Peu remarquée au moment où elle parut, la doctrine de Maine de Biran a

(1) Elle a eu en France des représentants remarquables. Citons en particulier ALFRED BINET.

(2) 1766-1824. De DE BIRAN il faudrait rapprocher AMPÈRE (1775-1826). La place nous manque ici pour parler de l'école théologique. Rappelons les noms de DE BONALD (1754-1840), de DE MAISTRE (1753-1821) et de LAMENNAIS (1782-1854).

exercé une influence croissante; on peut se demander si la voie que ce philosophe a ouverte n'est pas celle où la métaphysique devra marcher définitivement. A l'opposé de Kant (car c'est à tort qu'on l'a appelé le « Kant français »), Maine de Biran a jugé que l'esprit humain était capable, au moins sur un point, d'atteindre l'absolu et d'en faire l'objet de ses spéculations. Il a montré que la connaissance que nous avons de nous-mêmes, en particulier dans le sentiment de l'effort, est une connaissance privilégiée, qui dépasse le pur « phénomène » et qui atteint la réalité « en soi », cette réalité que Kant déclarait inaccessible à nos spéculations. Bref, il a conçu l'idée d'une métaphysique qui s'élèverait de plus en plus haut, vers l'esprit en général, à mesure que la conscience descendrait plus bas, dans les profondeurs de la vie intérieure. Vue géniale, dont il a tiré les conséquences sans s'amuser à des jeux dialectiques, sans bâtir un système.

Que d'ailleurs Maine de Biran ait une certaine parenté avec Pascal, c'est ce que nous entrevoyons quand nous lisons RAVAISSON (1). Attaché à Pascal autant qu'à Maine de Biran, épris de l'art grec autant que de la philosophie grecque, Ravaisson nous fait admirablement comprendre comment l'originalité de chaque philosophe français ne l'empêche pas de se relier à une certaine tradition, et comment cette tradition elle-même rejoint la tradition classique. Un Descartes a beau rompre avec la philosophie des anciens : son œuvre conserve les qualités d'ordre et de mesure qui furent caractéristiques de la pensée grecque. Ravaisson a mis en lumière ce côté artistique et classique de la pensée philosophique française. Lui-même a tracé les linéaments d'une philosophie qui mesure la réalité des choses à leur degré de beauté.

On ne peut prononcer le nom de Ravaisson sans y associer celui de LACHELIER, un penseur dont l'influence fut tout aussi considérable. Lachelier réveilla la philosophie universitaire à un moment où elle s'endormait dans la

(1) 1813-1900.

doctrine, facile et aimable, de Victor COUSIN (1). Sa thèse sur le fondement de l'induction restera classique, comme tout ce qui porte la marque de la perfection. Sa doctrine, qui se réclame du Kantisme, dépasse en réalité l'idéalisme de Kant et inaugure même un réalisme d'un genre particulier, qui pourrait être rattaché à celui de Maine de Biran. Maître incomparable, il a nourri de sa pensée plusieurs générations de maîtres.

De la philosophie de Ravaisson et plus particulièrement de ses vues sur l'habitude, de la philosophie d'Auguste Comte aussi (en tant qu'elle affirme l'irréductibilité des sciences les unes aux autres) on pourrait rapprocher la théorie neuve et profonde que BOUTROUX expose dans sa thèse sur la « contingence des lois de la nature ». Par une voie toute différente, par l'analyse des conditions auxquelles est soumise la construction des concepts scientifiques, le grand mathématicien Henri POINCARÉ (2) est arrivé à des conclusions du même genre : il montre ce qu'il y a de relatif à l'homme, de relatif aux exigences et aux préférences de notre science, dans le réseau de lois que notre pensée étend sur l'univers. Analogue est la doctrine de MILHAUD (3). Et l'on pourrait ranger du même côté

(1) 1792-1867. Nous n'insistons pas sur la philosophie de Cousin, parce qu'elle fut surtout un éclectisme. Il n'y en eut pas moins, dans l'école de Cousin, des philosophes très distingués, tels que SAISSET, SIMON, FRANCK, JANET. Il faut faire une place à part à JOUFFROY (1796-1842) et à VACHEROT (1809-1897). Comme précurseur de Cousin citons ROYER-COLLARD.

(2) 1854-1912.

(3) Nous laissons de côté, dans la présente étude, les travaux relatifs à l'analyse et à la critique des méthodes scientifiques. La part de la France, ici encore, est considérable. Citons, parmi beaucoup d'autres auteurs : le grand chimiste BERTHELOT, Jules et Paul TANNERY, LECHALAS, COUTURAT, DUHEM, REY, PICARD, PERRIN, BOREL, Pierre BOUTROUX, L. POINCARÉ, BLOCH, WINTER, GOBLOT. L'œuvre de LALANDE, comme aussi celles de MEYERSON et de BRUNSCHVICG, appartiennent tout à la fois à la théorie des sciences et à la philosophie générale. Nous en dirions autant du beau livre de HANNEQUIN sur la théorie des atomes. Dans les travaux de LE DANTEC, on trouve une interprétation et une extension mécanistiques de la science positive.

Nous ne pouvons non plus parler de l'esthétique (SULLY-PRUDHOMME, LÉVÊQUE, SÉAILLES, SOURIAU, DAURIAC, BAZAILLAS, GAULTIER, COMBARIEU,

Édouard Le Roy, si l'œuvre de ce philosophe n'était animée, malgré certaines ressemblances extérieures, d'un esprit différent : sa critique de la science est liée à des vues personnelles, profondes, sur la réalité en général, sur la morale et la religion (1).

L'idée dominante de Liard a été de maintenir en face l'une de l'autre la métaphysique et la science, comme deux formes également légitimes de la pensée. Le même souci existe chez Fouillée (2). Psychologue et sociologue autant que dialecticien, Fouillée a développé une théorie des idées-forces qui est un rationalisme élargi. Il n'est guère de question, théorique ou pratique, que ce penseur brillant n'ait abordée, et sur laquelle il n'ait présenté des vues intéressantes et suggestives. Il eut dans Guyau un disciple génial. Moins célèbre que Nietzsche, Guyau avait soutenu avant le philosophe allemand, en termes plus mesurés et sous une forme plus acceptable, que l'idéal moral doit être cherché dans la plus haute expansion possible de la vie.

Nous avons laissé de côté, dans cette énumération rapide, deux penseurs de premier ordre que nous ne pouvions pas rattacher à la tradition issue de Maine de Biran. Nous voulons parler de Renouvier et de Cournot (3).

Parti du criticisme kantien, qu'il avait d'ailleurs profondément modifié dès le début, Renouvier (4) s'en est dégagé peu à peu pour arriver à des conclusions qui ne sont pas

---

Paulhan, Lalo, etc.), ni de l'histoire de la philosophie (Ravaisson, Cousin, Bouillier, Vacherot, Janet, Fouillèe, Em. Boutroux, Delbos, Lévy-Bruhl, Brochard, Croiset, Espinas, Thamin, Adam, Halévy, Picavet, X. Léon, G. Lyon, Faguet, Cochin, Delacroix, R. Berthelot, Andler, Baruzi, Hamelin, Basch, Berr, Rodier, Robin, Rivaud, Bréhier, etc.).

(1) La philosophie religieuse a donné lieu, en France, à des travaux importants. Rappelons seulement, pour nous en tenir aux plus récents, les noms d'Ollé-Laprune, de Blondel, de Laberthonnière, de Fonsegrive, de Wilbois, de H. Bois, de Segond, d'Auguste Sabatier, de Paul Sabatier, etc.

(2) 1838-1912.

(3) Combien d'autres métaphysiciens ou psychologues mériteraient d'être étudiés ici ! Citons en particulier : Évellin, Dunan, Paulhan, de Gaultier, Penjon, Noël, Boirac, Dugas, Weber.

(4) 1818-1903.

très éloignées, quant à la lettre, de celles du dogmatisme métaphysique : il affirme, en particulier, l'indépendance de la personne humaine ; il réintègre la liberté dans le monde. Mais il renouvelle la signification de ces thèses en les rapprochant des données de la science positive, et surtout en les faisant précéder d'une critique de l'entendement humain. Par sa morale, autant que par sa théorie de la nature et de l'homme, il a agi sur la pensée philosophique de son temps (1).

Conduit à la philosophie, lui aussi, par l'étude des sciences et en particulier par les mathématiques, COURNOT (2) institua une critique d'un genre nouveau, qui, à la différence de la critique kantienne, porte à la fois sur la forme et sur la matière de notre connaissance, sur les méthodes et sur les résultats. Sur une foule de points — notamment sur le hasard et la probabilité — il a apporté des vues neuves, pénétrantes et profondes. Il est temps de mettre ce penseur à sa vraie place, — une des premières, — parmi les philosophes du XIXe siècle.

On pourrait maintenant, pour conclure, dire un mot de l'entreprise tentée par BERGSON pour porter la métaphysique sur le terrain de l'expérience et pour constituer, en faisant appel à la science et à la conscience, en développant la faculté d'intuition, une philosophie capable de fournir, non plus seulement des théories générales, mais aussi des explications concrètes de faits particuliers. La philosophie, ainsi entendue, est susceptible de la même précision que la science positive. Comme la science, elle pourra progresser sans cesse en ajoutant les uns aux autres des résultats une fois acquis. Mais elle visera en outre, — et c'est par là qu'elle se distingue de la science, — à élargir de plus en plus les cadres de l'entendement, dût-elle briser tel ou tel d'entre eux, et à dilater indéfiniment la pensée humaine.

(1) Parmi les philosophes qui se rattachent à Renouvier, citons PILLON, DAURIAC et HAMELIN.

(2) 1801-1877.

❂ ❂ ❂

Nous avons passé en revue un certain nombre de philosophes français, en tenant surtout compte de leur diversité, de leur originalité, de ce qu'ils ont apporté de nouveau et de ce que le monde leur doit. Nous allons maintenant chercher s'ils ne présenteraient pas certains traits communs, caractéristiques de la pensée française.

Le trait qui frappe d'abord, quand on parcourt un de leurs livres, est la simplicité de la forme. Si on laisse de côté, dans la seconde moitié du XIXe siècle, une période de vingt ou trente ans pendant laquelle un petit nombre de penseurs, subissant une influence étrangère, se départirent parfois de la clarté traditionnelle, on peut dire que la philosophie française s'est toujours réglée sur le principe suivant : il n'y a pas d'idée philosophique, si profonde ou si subtile soit-elle, qui ne puisse et ne doive s'exprimer dans la langue de tout le monde. Les philosophes français n'écrivent pas pour un cercle restreint d'initiés ; ils s'adressent à l'humanité en général. Si, pour mesurer la profondeur de leur pensée et pour la comprendre pleinement, il faut être philosophe et savant, néanmoins il n'est pas d'homme cultivé qui ne soit en état de lire leurs principales œuvres et d'en tirer quelque profit. Quand ils ont eu besoin de moyens d'expression nouveaux, ils ne les ont pas cherchés, comme on l'a fait ailleurs, dans la création d'un vocabulaire spécial (opération qui aboutit souvent à enfermer, dans des termes artificiellement composés, des idées incomplètement digérées), mais plutôt dans un assemblage ingénieux des mots usuels, qui donne à ces mots de nouvelles nuances de sens et leur permet de traduire des idées plus subtiles ou plus profondes. Ainsi s'explique qu'un Descartes, un Pascal, un Rousseau, — pour ne citer que ceux-là, — aient beaucoup accru la force et la flexibilité de la langue française, soit que l'objet de leur analyse fût plus proprement la pensée (Descartes), soit que ce fût aussi le sentiment (Pascal, Rousseau). Il faut, en effet, avoir poussé jusqu'au bout la décomposition de ce qu'on a dans l'esprit

pour arriver à s'exprimer en termes simples. Mais, à des degrés différents, tous les philosophes français ont eu ce don d'analyse. Le besoin de résoudre les idées et même les sentiments en éléments clairs et distincts, qui trouvent leurs moyens d'expression dans la langue commune, est caractéristique de la philosophie française depuis ses origines.

Si maintenant on passe de la forme au fond, voici ce qu'on remarquera d'abord.

La philosophie française a toujours été étroitement liée à la science positive. Ailleurs, — en Allemagne, par exemple, — tel philosophe a pu être savant, tel savant a pu être philosophe ; mais la rencontre des deux aptitudes ou des deux habitudes a été un fait exceptionnel et, pour ainsi dire, accidentel. Si Leibniz fut à la fois un grand philosophe et un grand mathématicien, nous voyons que le principal développement de la philosophie allemande, celui qui remplit la première moitié du XIXe siècle, s'est effectué en dehors de la science positive. Il est de l'essence de la philosophie française, au contraire, de s'appuyer sur la science. Chez Descartes, l'union est si intime entre la philosophie et les mathématiques qu'il est difficile de dire si sa géométrie lui fut suggérée par sa métaphysique ou si sa métaphysique est une extension de sa géométrie. Pascal fut un profond mathématicien, un physicien original, avant d'être un philosophe. La philosophie française du XVIIIe siècle se recruta principalement parmi les géomètres, les naturalistes, les médecins (d'Alembert, La Mettrie, Bonnet, Cabanis, etc.). Au XIXe siècle, quelques-uns des plus grands penseurs français, Auguste Comte, Cournot, Renouvier, etc., vinrent à la philosophie à travers les mathématiques ; l'un d'eux, Henri Poincaré, fut un mathématicien de génie. Claude Bernard, qui nous a donné la philosophie de la méthode expérimentale, fut un des créateurs de la science physiologique. Ceux mêmes des philosophes français qui se sont voués pendant le dernier siècle à l'observation intérieure ont éprouvé le besoin de chercher en dehors d'eux, dans la physiologie, dans la pathologie mentale, etc.,

quelque chose qui les assurât qu'ils ne se livraient pas à un simple jeu d'idées, à une manipulation de concepts abstraits : la tendance est déjà visible chez le grand initiateur de la méthode d'introspection profonde, Maine de Biran. En un mot, l'union étroite de la philosophie et de la science est un fait si constant en France qu'il pourrait suffire à caractériser et à définir la philosophie française.

Un trait moins particulier, mais bien frappant encore, est le goût des philosophes français pour la psychologie, leur penchant à l'observation intérieure. Assurément ce trait ne pourrait plus suffire, comme le précédent, à définir la tradition française, car l'aptitude à se sonder soi-même, et à pénétrer sympathiquement dans l'âme d'autrui, est sans doute aussi répandue en Angleterre et en Amérique, par exemple, qu'elle l'est en France. Mais tandis que les grands penseurs allemands (même Leibniz, même Kant) n'ont guère eu, en tous cas n'ont guère manifesté, de sens psychologique, tandis que Schopenhauer (tout imprégné, d'ailleurs, de la philosophie française du XVIIIe siècle) est peut-être le seul métaphysicien allemand qui ait été psychologue, au contraire il n'y a pas de grand philosophe français qui ne se soit révélé, à l'occasion, subtil et pénétrant observateur de l'âme humaine. Inutile de rappeler les fines études psychologiques qu'on trouve chez Descartes et chez Malebranche, intimement mêlées à leurs spéculations métaphysiques. La vision d'un Pascal était aussi aiguë quand elle s'exerçait dans les régions mal éclairées de l'âme que lorsqu'elle portait sur les choses physiques, géométriques, philosophiques. Condillac fut un psychologue autant qu'un logicien. Que dire alors de ceux qui ont ouvert à l'analyse psychologique des voies nouvelles, comme Rousseau ou Maine de Biran ? Pendant tout le XVIIe et le XVIIIe siècles, la pensée française, s'exerçant sur la vie intérieure, a préparé la psychologie purement scientifique qui devait être l'œuvre du XIXe siècle. Nul, d'ailleurs, n'a plus contribué à fonder cette psychologie scientifique qu'un Moreau de Tours, un Charcot ou un Ribot. Remarquons que la méthode de ces psychologues, — celle qui a valu à

la psychologie, en somme, ses plus importantes découvertes, — n'est qu'une extension de la méthode d'observation intérieure. C'est toujours à la conscience qu'elle fait appel ; seulement, elle note les indications de la conscience chez le malade, au lieu de s'en tenir à l'homme bien portant.

Tels sont les deux principaux traits de la philosophie française.

En se composant ensemble, ils donnent à cette philosophie sa physionomie propre. C'est une philosophie qui serre de près les contours de la réalité extérieure, telle que le physicien se la représente, et de très près aussi ceux de la réalité intérieure, telle qu'elle apparaît au psychologue. Par là même, elle répugne le plus souvent à prendre la forme d'un *système*. Elle rejette aussi bien le dogmatisme à outrance que le criticisme radical ; sa méthode est aussi éloignée de celle d'un Hegel que de celle d'un Kant. Ce n'est pas à dire qu'elle ne soit pas capable d'édifier, quand il lui plaît, quelque grande construction. Mais les philosophes français semblent avoir eu généralement cette arrière-pensée que systématiser est facile, qu'il est trop aisé d'aller jusqu'au bout d'une idée, que la difficulté est plutôt d'arrêter la déduction où il faut, de l'infléchir comme il faut, grâce à l'approfondissement des sciences particulières et au contact sans cesse maintenu avec la réalité. Pascal a dit que l' « esprit géométrique » ne suffisait pas : le philosophe doit y joindre l' « esprit de finesse ». Et Descartes, ce grand métaphysicien, déclarait avoir consacré peu d'heures à la métaphysique, entendant par là, sans doute, que le travail de pure déduction ou de pure construction métaphysique s'effectue de lui-même, pour peu qu'on y ait l'esprit prédisposé. — Allèguera-t-on qu'en se faisant moins systématique la philosophie s'écarte de son but, et que son rôle est précisément d'unifier le réel ? — Mais la philosophie française n'a jamais renoncé à cette unification. Seulement, elle ne se fie pas au procédé qui consiste à prendre telle ou telle idée et à y faire entrer, de gré ou de force, la totalité des choses. A cette idée on pourra toujours en opposer une autre, avec

laquelle on construira, selon la même méthode, un système différent ; les deux systèmes seront d'ailleurs également soutenables, également invérifiables ; de sorte que la philosophie deviendra un simple jeu, un tournoi entre dialecticiens. Remarquons qu'une idée est un élément de notre intelligence, et que notre intelligence elle-même est un élément de la réalité : comment donc une idée, qui n'est qu'une partie d'une partie, embrasserait-elle le Tout ? L'unification des choses ne pourra s'effectuer que par une opération beaucoup plus difficile, plus longue, plus délicate : la pensée humaine, au lieu de rétrécir la réalité à la dimension d'une de ses idées, devra se dilater elle-même au point de coïncider avec une portion de plus en plus vaste de la réalité. Mais il faudra, pour cela, le travail accumulé de bien des siècles. En attendant, le rôle de chaque philosophe est de prendre, sur l'ensemble des choses, une vue qui pourra être définitive sur certains points, mais qui sera nécessairement provisoire sur d'autres. On aura bien là, si l'on veut, une espèce de système; mais le principe même du système sera flexible, indéfiniment extensible, au lieu d'être un principe arrêté, comme ceux qui ont donné jusqu'ici les systèmes métaphysiques. Telle est, nous semble-t-il, l'idée implicite de la philosophie française. C'est une idée qui n'est devenue tout à fait consciente d'elle-même, ou qui n'a pris la peine de se formuler, que dans ces derniers temps. Mais, si elle ne s'était pas dégagée plus tôt, c'est justement parce qu'elle était naturelle à l'esprit français, esprit souple et vivant, qui n'a rien de mécanique ou d'artificiel, esprit éminemment sociable aussi, qui répugne aux constructions individuelles et va d'instinct à ce qui est humain.

Par là, par les deux ou trois tendances que nous venons d'indiquer, s'explique peut-être ce qu'il y a eu de constamment génial et de constamment créateur dans la philosophie française. Comme elle s'est toujours astreinte à parler le langage de tout le monde, elle n'a pas été le privilège d'une espèce de caste philosophique; elle est restée soumise au contrôle de tous ; elle n'a jamais rompu avec le sens commun.

Pratiquée par des hommes qui furent des psychologues, des biologistes, des physiciens, des mathématiciens, elle s'est continuellement maintenue en contact avec la science aussi bien qu'avec la vie. Ce contact permanent avec la vie, avec la science, avec le sens commun, l'a sans cesse fécondée en même temps qu'il l'empêchait de s'amuser avec elle-même, de recomposer artificiellement les choses avec des abstractions. Mais si la philosophie française a pu se revivifier indéfiniment ainsi en utilisant toutes les manifestations de l'esprit français, n'est-ce pas parce que ces manifestations tendaient elles-mêmes à prendre la forme philosophique ? Bien rares, en France, sont les savants, les écrivains, les artistes et même les artisans qui s'absorbent dans la matérialité de ce qu'ils font, qui ne cherchent pas à extraire — fût-ce avec maladresse, fût-ce avec quelque naïveté — la philosophie de leur science, de leur art ou de leur métier. Le besoin de philosopher est universel : il tend à porter toute discussion, même d'affaires, sur le terrain des idées et des principes. Il traduit probablement l'aspiration la plus profonde de l'âme française, qui va tout droit à ce qui est général et, par là, à ce qui est généreux. En ce sens, l'esprit français ne fait qu'un avec l'esprit philosophique.

Henri BERGSON.

BIBLIOGRAPHIE

DESCARTES (1596-1650). — * *Œuvres.* (Édition Adam et P. Tannery). 12 vol. in-4°. Paris, Cerf, 1897-1913.

PASCAL (1623-1662). — * *Pensées sur la religion et sur quelques autres sujets,* in-8°. Paris, 1669.

— * *Œuvres.* Édition Brunschvicg et P. Boutroux, in-8°. Paris, Hachette, 1908-1914.

MALEBRANCHE. — * *De la Recherche de la vérité,* 2 vol. in-12. Paris, 1674-1675.

— *Entretiens sur la métaphysique.* Rotterdam, 2 vol. in-12, 1688.

CONDILLAC. — * *Traité des sensations*. Londres et Paris, 2 vol. in-12, 1754.

ALEMBERT (D'). — * *Discours préliminaire de l'Encyclopédie*. Paris, in-folio, 1751.

J.-J. ROUSSEAU. — * *Émile ou l'Éducation*. Amsterdam et La Haye, 4 vol. in-12, 1762.
— * *Du Contrat social ou principes des droits politiques*. Amsterdam, in-12, 1762.

LAMARCK. — * *Philosophie zoologique ou exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux*. Paris, Dentu, 2 vol. in-8°, 1809.

MAINE DE BIRAN. — *Essai sur les fondements de la psychologie et sur ses rapports avec l'étude de la nature.*
— *Œuvres inédites de Maine de Biran*, 3 vol. in-8°. Paris, Dezobry, Magdeleine, 1859.

Victor COUSIN. — * *Cours de philosophie professé à la Faculté des lettres, pendant l'année 1818, sur le fondement des idées absolues du vrai, du beau et du bien*, in-8°. Paris, Hachette, 1837.

Auguste COMTE. — * *Cours de philosophie positive*, 6 vol. in-8°. Paris, 1830-1842.

A. COURNOT. — * *Essai sur les fondements de nos connaissances et sur les caractères de la critique philosophique*, in-8°. Paris, Hachette, 1851.

RENOUVIER. — * *Essais de critique générale*, 4 vol. Paris, Ladrange, 1854-1864.

Claude BERNARD. — * *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, in-8°. Paris, Baillière, 1865.

RAVAISSON. — * *De l'Habitude*, in-8°. Paris, Impr. Fournier, 1838.
— *La philosophie en France au XIXe siècle*, in-8°. Paris, Impr. Impériale, 1868.

TAINE. — * *De l'Intelligence*, 2 vol. in-12. Paris, Hachette, 1870.

LACHELIER. — * *Du fondement de l'induction*, in-8°. Paris, Ladrange, 1871.

Alfred FOUILLÉE. — * *La Liberté et le déterminisme*, in-12. Paris, Ladrange, 1872.
— * *L'Évolutionnisme des idées forces*, in-8°. Paris, Alcan, 1890.
— * *La Psychologie des idées forces*, 2 vol. in-8°. Paris, Alcan, 1893.
— * *Morale des idées forces*, in-8°. Paris, Alcan, 1908.

Emile Boutroux. — * *De la Contingence des lois de la nature*, in-16. Paris, Alcan, 1898.

Brochard. — * *De l'Erreur*, in-8°. Paris, Alcan. 1897.

Liard. — * *La Science positive et la métaphysique*, in-8°. Paris, Baillière, 1879.

Ribot. — * *Les Maladies de la mémoire*, in-16. Paris, Germer-Baillière, 1881.

— * *Les Maladies de la volonté*, in-16. Paris, Germer-Baillière, 1883.

— * *Les Maladies de la personnalité*, in-12. Paris, Alcan, 1885.

— * *La Psychologie de l'attention*, in-12. Paris, Alcan, 1889.

— * *L'Hérédité psychologique*, in-8°. Paris, Germer-Baillière, 1882.

— * *L'Évolution des idées générales*, in-8°. Paris, Alcan, 1897.

— * *La Psychologie des sentiments*, in-8°. Paris, Alcan, 1896.

P. Janet. — * *L'Automatisme psychologique*, in-8°. Paris, Alcan, 1889.

Henri Bergson. — * *Essai sur les données immédiates de la conscience*, in-8°. Paris, Alcan, 1889.

— * *Matière et mémoire. Essai sur la relation du corps à l'esprit*, in-8°. Paris, Alcan, 1896.

— * *L'Évolution créatrice*, in-8°. Paris, Alcan, 1907.

Henri Poincaré. — * *La Science et l'hypothèse*, in-12. Paris, Flammarion, 1902.

— * *La Valeur de la science*, in-12. Paris, Flammarion, 1905.

⁂

* *Revue philosophique de la France et de l'étranger*, publiée par Th. Ribot, depuis 1876, in-8°. Paris, Alcan.

L'Année philosophique, publiée sous la direction de Pillon, depuis 1890, in-8°. Paris, Alcan.

* *Revue de Métaphysique et de Morale*, publiée par Xavier Léon, depuis 1893, in-8°. Paris, Colin.

* *Revue de Philosophie*, publiée par Peillaube depuis 1900, in-8°. Paris, Beauchesne.

Bulletin de la Société française de Philosophie. Paraît depuis 1901, in-8°. Paris, Colin.

* *Journal de Psychologie normale et pathologique*, publié par Janet et Dumas, depuis 1904, in-8°. Paris, Alcan.

Les ouvrages marqués d'un astérisque sont ceux qui figurent, en totalité ou en partie, dans la Bibliothèque de la Science française, à l'Exposition de San Francisco.

LA SOCIOLOGIE

DÉTERMINER la part qui revient à la France dans la constitution et dans le développement de la sociologie, c'est presque faire l'histoire de cette science; car c'est chez nous qu'elle est née et, bien qu'il n'y ait pas de peuple aujourd'hui où elle ne soit cultivée, elle est restée une science essentiellement française.

Comme les sociétés sont composées d'hommes, on considéra pendant longtemps qu'elles tiennent tout leur être de l'arbitre humain. On posait comme une évidence qu'elles sont ce que les hommes veulent qu'elles soient et qu'elles n'ont pas d'autre nature que celle qu'ils leur confèrent par un acte de leur volonté. Dans ces conditions, il ne pouvait être question d'en faire un objet de science. Matière indéfiniment plastique, sans propriétés définies, il n'y avait pas lieu de les décrire, de les analyser, de chercher les causes et conditions dont elles dépendent, etc. Le seul problème qui pût se poser à leur occasion était de savoir quelle forme il convenait de leur donner. Pour qu'il pût y avoir une science véritable des faits sociaux, il fallait qu'on fût arrivé à voir dans les sociétés des réalités comparables à celles qui constituent les autres règnes; à comprendre qu'elles ont une nature que nous ne pouvons changer arbitrairement et des lois qui dérivent nécessairement de cette nature. En d'autres termes, la sociologie ne pouvait naître que si l'idée déterministe, fortement établie dans les sciences physiques et naturelles, était enfin étendue à l'ordre social.

C'est seulement au XVIII[e] siècle que se fit cette extension, sous l'influence de la philosophie encyclopédique. Pour les ENCYCLOPÉDISTES, la science est une parce que le monde

est un; il est donc inadmissible que le déterminisme ne soit pas vrai du règne social comme des autres règnes de la nature. C'est de ce sentiment que s'inspirèrent MONTESQUIEU et CONDORCET. Cependant, si ces penseurs frayèrent la voie à la sociologie, ils n'avaient encore qu'une idée assez flottante de ce que sont les lois de la vie sociale; c'est seulement au début du XIXe siècle que la conception nouvelle s'affermit définitivement.

⁂

C'est SAINT-SIMON qui, le premier, en donna la formule. Le premier, il déclara que les sociétés humaines sont des réalités, originales assurément et différentes de celles que l'on trouve dans le reste de la nature, mais soumises au même déterminisme. Les organismes sociaux doivent donc être l'objet d'une science comparable à celle qui traite des organismes individuels et, pour cette raison, il proposa de l'appeler *physiologie sociale*. Le fait où se marque le mieux cette nécessité, avec laquelle se déroulent les phénomènes sociaux, c'est le progrès. « Il n'est pas plus en notre pouvoir de nous soustraire à son influence ou de maîtriser son action que de changer à notre gré l'impulsion primitive qui fait circuler notre planète autour du soleil ». Puisque le progrès n'est pas notre œuvre, la seule manière de découvrir la loi suivant laquelle il se produit, sera d'observer. On constituera des séries de faits historiques, aussi étendues que possible, et c'est à travers ces séries que l'on pourra déceler le sens dans lequel évolue l'humanité. La méthode de la science nouvelle sera donc essentiellement historique. Seulement, l'histoire, pour servir à cet emploi, devra se transformer elle-même; au lieu de se borner à n'être qu'une pure collection de faits, elle devra devenir vraiment scientifique.

Mais Saint-Simon formula le programme de cette science plus qu'il n'essaya de l'exécuter. Il n'y a rien dans son œuvre qui puisse être regardé comme une entreprise méthodique pour trouver cette loi du progrès dont il faisait la



AUGUSTE COMTE (1798-1857)

loi de gravitation du monde social. C'est seulement avec Auguste COMTE que le grand projet, conçu par Saint-Simon, commença à devenir une réalité.

En un sens, toutes les idées fondamentales de la sociologie comtiste se trouvaient déjà chez Saint-Simon, et Comte les a empruntées à son maître. Mais il ne se borna pas à affirmer qu'elles pouvaient servir de base à une science nouvelle : cette science, il entreprit de la faire. Il en définit la méthode et il en constitua les cadres. Les divisions qu'il y introduisit lui ont même, en partie, survécu. Dans la science des sociétés, il distingua deux grandes sections : la statique et la dynamique. La statique a pour objet de déterminer les rapports de connexité que soutiennent les uns avec les autres les divers éléments d'un seul et même milieu social considéré au repos, en quelque sorte, à un moment de son évolution ; la dynamique cherche d'après quelle loi la suite des sociétés humaines a évolué dans le temps. Et ce plan de la science, Comte, après l'avoir conçu, voulut l'exécuter intégralement et par ses seules forces. Sur la statique, il ne fit guère qu'indiquer le problème et esquisser des solutions ; mais, sur la dynamique, il entendit nous laisser un traité complet et, croyait-il, définitif : les deux derniers volumes du *Cours de Philosophie positive* y sont consacrés.

Aujourd'hui, il reste peu de chose du détail de la doctrine. La loi des trois états n'a plus qu'un intérêt historique. Les termes mêmes dans lesquels Comte se posait le problème le rendaient insoluble. Il croyait en effet à l'existence d'une loi unique selon laquelle se développait la société humaine en général, et c'est cette loi que le sociologue avait pour tâche de découvrir. Il admettait donc que le genre humain, dans sa totalité, forme une seule et même société et qui évolue toujours et partout dans le même sens. Or, en fait, l'humanité, dans son ensemble, n'est qu'un être de raison. Ce qui existe réellement, ce sont les sociétés particulières (les tribus, les nations, les cités, les États de toutes sortes, etc.), qui naissent et qui meurent, qui progressent et régressent, chacune à sa façon, qui poursuivent des fins divergentes, sans que ces évolutions diverses soient toujours sur le pro-

longement les unes des autres et se continuent à la manière des sections d'une même droite. Le devenir humain a une complexité que Comte ne soupçonnait pas.

Mais, si les conclusions positives auxquelles il croyait être arrivé ne sont que rarement de nature à être retenues, la grandeur de son œuvre n'en est pas moins incontestable. Une science nouvelle était ajoutée au système complet des sciences. Saint-Simon en avait été comme l'annonciateur; mais c'est Comte qui en est le père; c'est par lui qu'elle reçut un commencement d'existence. C'est lui aussi qui lui donna ce nom de sociologie, qu'on peut trouver mal fait, mais qui n'est pas remplaçable : car il désigne, non pas toute étude quelconque sur les choses sociales, mais celles-là seulement qui sont conduites dans un esprit analogue à celui qui règne dans les autres sciences de la nature. D'ailleurs, quelques réserves qu'appelle la doctrine de Comte, un sentiment très vif de ce qu'est la réalité sociale y est partout présent. Il n'est pas de meilleure initiation à l'étude de la sociologie.

⁂

Cette œuvre considérable fut cependant sans lendemain immédiat. Sous la monarchie de Juillet comme sous le second Empire, il ne se produisit aucune contribution neuve à la science que Comte venait de fonder. Sans doute, COURNOT, dans son *Essai sur le fondement de nos connaissances* et dans le second volume de son *Enchaînement des idées fondamentales*, touche à des questions qui intéressent les sociologues. Mais il n'avait aucunement pour objet de superposer aux sciences physiques et biologiques une science positive nouvelle qui traiterait des choses sociales. C'est en philosophe qu'il a parlé de l'histoire.

C'est seulement après la guerre de 1870 que la réflexion sociologique se réveilla. Dans l'intervalle, la tentative de Comte avait été reprise en Angleterre par Herbert Spencer. Pour bien établir que les sociétés sont des êtres naturels, comme Comte l'avait supposé, Spencer entreprit de démontrer que les lois selon lesquelles évoluent les institu-

tions sociales ne sont que des formes particulières des lois plus générales qui président à l'évolution cosmique. Il insista notamment sur les ressemblances que présente l'organisation sociale avec l'organisation biologique, faisant ainsi des sociétés une espèce du genre organisme. C'est cette conception qu'ESPINAS entreprit de confirmer et d'illustrer en étudiant *les Sociétés animales* (Paris, 1877). Dans ce très suggestif ouvrage, l'auteur, pour combler le vide qu'on avait si longtemps admis entre les sociétés et le reste de l'univers, fit voir que les animaux sont déjà des sociétés d'éléments vivants, physiquement associés les uns aux autres, et que, de ces sociétés simples, on passe graduellement à celles plus complexes que forment les animaux supérieurs en s'unissant par des liens, non plus matériels, mais psychiques. Le règne social apparaissait ainsi comme une sorte d'efflorescence du règne biologique auquel il était rattaché sans solution de continuité.

Mais jusqu'à ce moment, la sociologie n'était pas encore sortie des généralités philosophiques. Les penseurs dont il vient d'être parlé la réduisaient même à un seul et unique problème : il s'agissait de savoir quelle est *la* loi qui domine l'évolution sociale en général (Comte) ou si *la* loi de l'évolution universelle s'applique aux sociétés (Spencer). Aussi Comte n'était-il pas loin de penser qu'il avait non seulement fondé, mais achevé, du même coup, la sociologie. Or, une science n'est jamais achevée. Elle est faite de questions particulières, restreintes, portant sur des objets limités, et qui, tout en étant solidaires, doivent être traitées séparément les unes des autres ; leur solidarité même ne peut apparaître qu'au fur et à mesure que la science avance. La sociologie ne pouvait donc devenir véritablement une science positive que si, renonçant à embrasser d'emblée et dans son ensemble, la réalité sociale tout entière, elle y introduisait, au contraire, l'analyse et y distinguait progressivement des parties, des éléments, des aspects différents, pouvant servir de matières à des problèmes spéciaux.

C'est à cette tâche que s'est consacré l'auteur de la présente notice avec le concours de tout un groupe de travail-

leurs qui ont associé leurs efforts aux siens. Nous avons eu l'ambition d'ouvrir, pour la sociologie, ce que Comte eût appelé l'ère de la spécialité. Une véritable division du travail s'organisa. Trois groupes de faits furent particulièrement entrepris : les faits religieux, les faits moraux et juridiques, les faits économiques et, au lieu de faire de la sociologie en général, les uns se donnèrent à la sociologie religieuse, les autres à la sociologie morale et juridique, d'autres enfin à la sociologie économique. Cette répartition même était encore beaucoup trop générale : à l'intérieur de chacune de ces sciences sociologiques particulières, des problèmes restreints furent abordés : *le Sacrifice, la Magie,* par HUBERT et MAUSS ; *les Formes élémentaires de la vie religieuse,* par DURKHEIM ; *le Suicide,* par Durkheim ; *la Prohibition de l'inceste,* et différentes études sur le mariage primitif, par le même auteur ; *le Régime des castes,* par BOUGLÉ ; *le Salaire des ouvriers des mines,* par François SIMIAND ; *la Classe ouvrière et les niveaux de vie,* par HALBWACHS. Plus récemment, un effort a été fait pour déterminer les conditions sociales dont dépendent certaines opérations logiques ou certaines formes de la pensée : nous signalerons dans ce sens un *Essai sur certaines formes primitives de classification,* par Durkheim et Mauss, une *Étude sur la représentation du Temps,* par Hubert. A la même direction doit être rattaché le livre de LÉVY-BRUHL sur *les Fonctions mentales dans les sociétés inférieures.*

Il est vrai que ces objets d'études ressortissaient déjà, en partie, à des disciplines antérieures à la sociologie ou qui s'étaient constituées en dehors d'elle : histoire comparée des religions, du droit et des idées morales, statistique morale, économie politique. Mais parce que ces recherches étaient soustraites à l'influence sociologique, elles manquaient en partie leur objet ; car, perdant de vue ce qui fait la nature propre des phénomènes dont elles traitaient, à savoir leur caractère social, elles les étudiaient sans savoir d'où ils venaient et où ils allaient, de quels milieux ils dépendaient, et, les laissant ainsi suspendus dans le vide, les laissaient aussi sans explication. On ne peut, en effet,

les comprendre que si on les met en rapports les uns avec les autres et avec les milieux collectifs au sein desquels ils s'élaborent et qu'ils expriment. De plus, la notion même de loi était trop souvent absente de ces travaux qui ressortissaient plutôt à la littérature et à l'érudition qu'à la science. L'ensemble des études relatives aux phénomènes sociaux se présentait donc sous l'aspect suivant : d'une part, une multitude assez incohérente de sciences qui, tout en ayant le même objet, ignoraient leur parenté, l'unité profonde des faits qu'elles étudiaient, et n'en sentaient que vaguement la rationalité ; de l'autre, la sociologie qui avait conscience de cette unité et de l'ordre profond que dissimule leur apparente contingence, mais qui planait trop haut au-dessus de la réalité sociale pour avoir quelque action sur la manière dont elle était étudiée. La réforme la plus urgente était donc de rapprocher étroitement et d'unir dans un mariage fécond la sociologie et ces techniques spéciales, de donner ainsi à la première la matière qui lui manquait, et, inversement, de faire descendre dans les secondes l'idée sociologique de manière à en faire de véritables sciences sociales. Pour assurer ce rapprochement et le rendre plus intime, un périodique fut fondé en 1896 qui, sous le nom d'*Année sociologique*, eut pour objet de dégager, annuellement, des travaux d'histoire religieuse, d'histoire des institutions morales et juridiques, de statistique morale, d'histoire économique, les faits qui paraissaient avoir un intérêt particulier pour les sociologues.

⁂

Tous les travaux qui précèdent dérivent directement de Comte; ce sont des moments différents d'une même évolution. Il nous reste à parler de deux œuvres importantes, dont l'inspiration est très différente.

Il y a d'abord l'œuvre de Tarde. Les savants dont il vient d'être parlé procèdent tous de cette pensée, que les phénomènes sociaux sont liés les uns aux autres suivant des relations définies appelées lois, et ce sont ces lois que

la science des sociétés a pour objet de rechercher. Tarde ne va pas jusqu'à soutenir qu'il n'y ait aucun ordre dans la suite des faits historiques ; ce qui reviendrait à nier la possibilité d'une étude scientifique des sociétés. Mais cet ordre est considéré par lui comme tellement contingent et variable, qu'il serait impossible de l'atteindre par des procédés méthodiques et avec quelque précision. Tous les faits sociaux, en effet, seraient dus à des inventions individuelles qui seraient propagées et généralisées, de proche en proche, par la voie de l'imitation. Or, l'invention est un produit du génie et le génie est « l'accident suprême », réfractaire à toute prévision comme à toute explication scientifique. Il naît, ici ou là, au hasard. Le hasard était ainsi mis à la source même de la vie sociale. Sans doute, l'imitation elle-même a ses lois que Tarde s'est attaché à déterminer. Mais ces lois sont d'une extrême généralité ; toutes formelles, elles ne sauraient expliquer aucun fait social en particulier. Les formes des institutions, l'ordre dans lequel elles se sont développées au cours de l'histoire, tout cela dépendrait de causes fortuites et échapperait à la science.

En un sens, l'œuvre de Tarde se présente donc comme une réaction contre le principe même sur lequel repose la sociologie comtiste. Mais pour bien en comprendre la signification, il faut la replacer à l'époque où elle fut conçue. C'était le moment où l'école criminologique d'Italie outrait le positivisme jusqu'à en faire une sorte de métaphysique matérialiste qui n'avait rien de scientifique. Tarde montra l'inanité de ces doctrines et rappela le caractère essentiellement spirituel des phénomènes sociaux.

Mais si Tarde combattit la sociologie comtiste, il entendait cependant faire, et il fit, en effet, œuvre de sociologue. On pourrait se demander, au contraire, s'il y a lieu de mentionner ici les travaux de Le Play sur *les Ouvriers européens*. Le Play, en effet, ne s'oppose pas à telle ou telle conception sociologique ; il est tout à fait en dehors du mouvement d'idées qui a donné naissance à cette science. Ses préoccupations ne sont même pas exclusivement scien-

tifiques, mais, en grande partie, apologétiques. Cependant, comme il a traité de choses sociales, comme toute une école se rattache à lui, dont les organes sont *la Réforme sociale* et *la Science sociale*, son nom et son œuvre devaient avoir leur place dans le tableau que nous venons de retracer.

✿ ✿ ✿

Dans cet exposé, nous nous en sommes tenus aux ouvrages les plus caractéristiques, à ceux que l'on peut considérer comme marquant une phase plus ou moins importante du développement de la sociologie. Mais, pour avoir une idée juste de ce qu'a été le mouvement sociologique en France, il faut ne pas perdre de vue un grand nombre de travaux qui, pour n'avoir pas exercé d'influence déterminable, ne laissent pas de témoigner du très vif intérêt qu'inspirent en France les recherches de sociologie. Tels sont les ouvrages de LETOURNEAU sur l'évolution de la famille, du droit, de la propriété, de l'éducation, de la littérature ; les études de DUMONT sur *la Dépopulation*, de COSTE sur la *Sociologie objective*. Telle est également l'anthroposociologie de DE LAPOUGE dont les thèses, très aventureuses, auraient peut-être besoin d'être plus solidement établies et qui, d'ailleurs, ont pour objet de résorber la sociologie dans l'anthropologie. Depuis vingt-cinq ans notamment, il s'est produit chez nous un mouvement intellectuel qui, par son intensité et sa direction, rappelle celui qui, au début du XIXe siècle, a déterminé l'apparition de la sociologie.

Étant donné que cette science est d'hier, on peut juger combien est importante la part que la France a prise à sa formation et à ses progrès. Tout, d'ailleurs, prédestinait notre pays à jouer ce rôle : ses qualités natives comme les difficultés auxquelles nous avons eu à faire face. La sociologie, en effet, ne pouvait naître et se développer que là où se trouvaient réunies les deux conditions suivantes. Il fallait d'abord que le traditionalisme eût perdu de son empire. Chez un peuple qui trouve que ses institutions sont tout ce qu'elles doivent être, rien ne peut provoquer la

réflexion à s'appliquer aux choses sociales. Il fallait, de plus, une véritable foi dans la puissance de la raison pour oser entreprendre de traduire en notions définies la plus complexe et la plus instable des réalités. Or, la France remplit cette double condition. Il n'est pas de pays où la vieille organisation sociale ait été plus complètement déracinée et où, par suite, pour la refaire, on ait plus besoin de réflexion, c'est-à-dire de science. D'un autre côté, nous sommes et nous resterons le pays de Descartes ; nous avons la passion des idées distinctes. Sans doute, nous savons aujourd'hui ce qu'il y a de simpliste à l'excès dans le rationalisme cartésien ; mais si nous sentons la nécessité de le dépasser, c'est à condition d'en retenir le principe fondamental.

Émile DURKHEIM.

BIBLIOGRAPHIE

SAINT-SIMON (1760-1825). — *Œuvres choisies*, 3 vol. in-12. Paris, Castel, 1861.

COMTE (A.) (1798-1857). — * *Cours de philosophie positive*, 6 vol. in-8°. Paris, Rouen frères, 1830-1842.

— *Système de politique positive*, 4 vol. in-8°. Paris, Dalmont, 1824.

LE PLAY. — *Les Ouvriers européens, étude sur les travaux, la vie domestique et la condition morale des populations ouvrières en Europe*, 5 vol. in-8°. Paris, Mame, 1855.

ESPINAS. — *Des sociétés animales, étude de psychologie comparée*, in-8°. Paris, Germer-Baillière, 1877.

LETOURNEAU. — * *L'Évolution du mariage et de la famille*, in-8°. Paris, Vigot, 1888.

— * *L'Évolution politique dans les diverses races humaines*, in-8°. Paris, Vigot, 1890.

— * *L'Évolution de la morale*, in-8°. Paris, Vigot, 1894.

TARDE. — * *Les Lois de l'imitation, étude sociologique*. Paris, Alcan, 1890.

— *La Philosophie pénale*, in-8°. Paris, Masson, 1890.

— * *La Logique sociale*, in-8°. Paris, Alcan, 1894.

ROBERTY (DE). — **La Sociologie de l'action*, in-8°. Paris, Alcan, 1890.

DURKHEIM. — **De la division du travail social*, in-8°. Paris, Alcan, 1893.
— *Les Règles de la méthode sociologique*, in-12°. Paris, Alcan, 1895.
— **Le Suicide, étude de sociologie*, in-8°. Paris, Alcan, 1897.
— *Les Formes élémentaires de la vie religieuse*, in-8°. Paris, Alcan, 1912.

ANDLER. — **Les Origines du socialisme d'État en Allemagne*, in-8°. Paris, Alcan, 1897.

LÉVY-BRUHL. — **La Morale et la science des mœurs*, in-8°. Paris, Alcan, 1903.
— **Les Fonctions mentales dans les sociétés inférieures*, in-8°. Paris, Alcan, 1910.

SIMIAND. — **Le Salaire des ouvriers des mines de charbon en France*, in-8°. Paris, Cornély, 1907.

HUBERT et MAUSS. — **Mélanges d'histoire des religions*, in-8°. Paris, Alcan, 1909.



La Réforme sociale, fondée par Le Play en 1881, in-8°. Paris.

La Science sociale, suivant la méthode de Le Play, publiée depuis 1886, par Ed. Demoulins, in-8°. Paris, Firmin-Didot.

Annales de l'Institut international de Sociologie, publiées depuis 1894, sous la direction de R. Worms, in-8°. Paris, Giard et Brière.

Revue internationale de Sociologie, paraît depuis 1896, in-8°. Paris, Giard et Brière.

L'Année sociologique, publiée depuis 1899, par E. Durkheim, in-8°. Paris, Alcan.

Les ouvrages marqués d'un astérisque sont ceux qui figurent, en totalité ou en partie, dans la Bibliothèque de la Science française, à l'Exposition de San Francisco.

LA SCIENCE DE L'ÉDUCATION

On peut former un être humain soit du dehors soit du dedans ; on peut le modeler comme une pâte inerte ou lui inspirer le désir du progrès ; on peut lui imposer un fardeau de connaissances ou lui suggérer le dessein d'en acquérir ; on peut le courber sous une règle extérieure ou l'habituer au gouvernement de soi ; on peut le dresser ou l'élever. Toute doctrine pédagogique fait une part au dressage et une part à l'éducation. Mais chaque école se distingue des autres par la proportion selon laquelle elle dose ces deux éléments : l'une est plus autoritaire, l'autre plus libérale. Quelle est la formule de l'école française ?

✿ ✿ ✿

L'école française de pédagogie naît au XVIe siècle. Au moyen âge, en effet, la pédagogie est internationale : de Coïmbre à Vienne, ce sont les mêmes livres qui offrent aux étudiants de toutes nations les mêmes commentaires du même Aristote. Mais à la Renaissance la réaction contre la scolastique revêt, en France, une forme particulière, et, dès cette date, par cette réaction même, se trouvent fixés les traits originaux de la pédagogie française.

Rappelons-nous, si nous voulons comprendre cette réaction, le caractère de l'éducation scolastique. Nulle n'était, à première vue, plus propre à éveiller les esprits : les élèves n'avaient-ils pas à chercher des arguments pour et contre toute thèse ? N'étaient-ils pas tenus de mettre en forme

rigoureuse tous leurs raisonnements? Comment leur jugement, soumis à de telles épreuves, ne se serait-il pas aiguisé? Mais, dans les discussions de l'École, le dernier mot n'est jamais à la raison, il est au livre; l'esprit s'incline devant l'autorité. Dès lors, les luttes d'idées ne sont plus que jeux de mots; l'apparent enchaînement des preuves n'est que le déroulement d'un mécanisme verbal. On prétend enseigner l'art de penser, on ne crée que des routines intellectuelles; on prétend former des esprits, on fabrique des machines à syllogismes.

C'est la scolastique ainsi comprise que combattent nos écrivains du XVI[e] siècle, et, au premier rang, RABELAIS et MONTAIGNE. Ils lui adressent des reproches identiques : elle surcharge la mémoire au point d'étouffer le jugement; elle use l'esprit dans de vaines discussions au lieu de l'enrichir par l'observation des réalités. Rabelais est plus exigeant que Montaigne, soit en matière d'éducation physique, soit en matière d'enseignement littéraire. Mais, si son programme est plus vaste, ses préceptes s'inspirent des mêmes principes : ils veulent l'un et l'autre que l'enfant s'instruise comme en se jouant et qu'il apprenne des choses, non des mots. Avec des nuances, tous deux adoptent la même devise : plus de liberté, plus d'air et plus de vie dans les écoles et dans les esprits! Dès ses premiers manifestes, l'école française se range sous la bannière de la pédagogie libérale.

La scolastique ne fut tuée ni par Rabelais ni par Montaigne. Bien plus, son esprit anime l'ordre enseignant qui détient, au XVII[e] siècle, l'influence la plus considérable, l'ordre des JÉSUITES. L'éducation jésuitique, c'est l'éducation scolastique mise au goût des gens du monde. L'élève des jésuites est un gentilhomme; ses manières sont élégantes et son langage châtié. Il ne s'attirera pas les railleries que Rabelais décochait aux Sorbonnistes. Mais, comme ces derniers, il emmagasine dans sa mémoire des formules latines dont il ignore le sens; en revanche, son bagage scientifique, comme le leur, est léger. C'est sans le vouloir que les scolastiques, confiants dans leurs autorités et dans leurs

habitudes, en étaient venus à laisser s'engourdir leur jugement. C'est, au contraire, de propos délibéré, c'est pour donner à la société religieuse et à la société politique des sujets obéissants que les jésuites, réprimant les initiatives de l'intelligence et de la volonté, fabriquent des automates. C'est aussi parce qu'ils n'ont pas confiance dans la nature de l'enfant : ils ne comptent, pour agir sur leurs élèves, que sur des ressorts extérieurs : l'émulation, qu'ils surexcitent par des procédés puérils, et la crainte, qu'ils entretiennent par des châtiments corporels. Par le but qu'elle veut atteindre, par les programmes qu'elle adopte, par les méthodes qu'elle emploie, par les mobiles qu'elle met en jeu, l'éducation jésuitique s'oppose nettement à celle que préconisaient Rabelais et Montaigne. Mais, bien que les collèges des jésuites aient reçu, pendant le XVIIe siècle, l'élite de l'aristocratie et de la bourgeoisie françaises, la France ne peut revendiquer comme siennes leurs idées pédagogiques. Même traduite et commentée par un Père français (le P. JOUVENCY), la *Ratio studiorum* n'est pas une œuvre française.

Éminemment française, au contraire, est l'œuvre de Descartes. Élève — et élève reconnaissant — des jésuites, il n'en critique pas moins, dans toute la première partie du *Discours de la méthode*, l'enseignement qu'il a reçu d'eux au collège de la Flèche. Mais s'il peut être considéré comme un des grands noms de la pédagogie française, c'est surtout parce qu'il en a énoncé deux postulats essentiels :

1° C'est la raison qui rend l'homme susceptible d'éducation ;

2° C'est la raison qui est l'instrument nécessaire de l'éducation.

Être raisonnable, l'homme est susceptible d'éducation : le « bon sens » est, au sens exact du terme, le « sens commun » ; tous les hommes en sont pourvus : « la raison est la chose du monde la mieux partagée ». Mais tous ne savent pas également s'en servir. Qu'on le leur apprenne ; qu'on leur enseigne l'art de « conduire par ordre leurs pensées », et ils sauront par surcroît conduire leur vie : ils

éviteront l'erreur et, en même temps, le mal. Une éducation méthodique ne saurait être inefficace.

Et c'est par un effort personnel que chacun peut obtenir ce résultat; toute connaissance imposée du dehors est incertaine; il n'y a de certitude dans la pensée et de rectitude dans l'action que grâce à l'exercice de la réflexion. MALEBRANCHE exagère ce trait au point de condamner tout ce qui ne contribue pas à la culture de la raison; il voudrait bannir la connaissance sensible; il méprise l'histoire parce qu'elle fait appel à la mémoire. On n'en voit que mieux, chez lui, la tendance de la pédagogie cartésienne : mettre au premier plan l'éducation du jugement.

Cette tendance n'est pas moins visible dans les écrits des JANSÉNISTES. Leur système d'éducation s'oppose trait pour trait à celui des jésuites. Pour agir sur l'enfant, ils ne font appel ni à l'émulation ni à la crainte; ils cherchent à réveiller, au plus profond de l'âme, le sentiment de la dignité. Ils veulent que l'activité de l'enfant se déploie librement; sans lui éviter les efforts féconds, ils s'ingénient à découvrir des procédés (telle leur méthode d'épellation) qui le dispensent des efforts stériles. Et que lui apprennent-ils? L'art de penser. L'élève ira du connu à l'inconnu. En vertu de ce principe, il apprendra sa langue maternelle avant toute autre (véritable révolution qui, dans le programme des écoliers, enlève au latin sa primauté). Il procédera du concret à l'abstrait : même en grammaire, on ne formulera les règles qu'à l'occasion des exemples rencontrés dans les lectures. On n'introduira les idées dans les esprits qu'en les faisant passer par les sens. Si, par ce dernier trait, les jansénistes se séparent des cartésiens idéalistes, il n'en est pas moins vrai que, par l'esprit de leur doctrine, par l'importance qu'ils accordent à la pensée et à la méthode, ils demeurent les disciples fidèles de Descartes. On croirait parfois qu'ils n'ont pas eu d'autre dessein que de tirer une pédagogie du *Discours de la méthode*.

Si peu janséniste qu'il soit, FÉNELON appartient cependant, en matière d'éducation, au même groupe qu'ARNAULD et NICOLE. Comme eux, il a le respect de l'enfant, de sa

liberté et de sa pensée. Quel est son programme ? Dans les premières années, prendre soin du corps, ne pas « presser l'instruction ». Le moment venu, favoriser la curiosité naturelle de l'élève. Éviter de fatiguer l'attention, et, pour y parvenir, « diversifier » les études. Profiter de toutes les occasions, — en susciter au besoin — pour inculquer indirectement des connaissances. Prendre des ménagements avec les défauts et ne les combattre que par des moyens détournés. Bref, liberté pour l'enfant, et, de la part de l'éducateur, apparente abstention ; certains de ces traits rappellent Montaigne et annoncent ROUSSEAU.

Fénelon, et, plus encore que Fénelon, les jansénistes sont, au XVII[e] siècle, des révolutionnaires. Ils ne poussent pas eux-mêmes leurs hardiesses jusqu'à l'extrême : ils n'appliquent pas à l'éducation des filles toutes les idées qu'ils jugent bonnes pour l'éducation des garçons. Jacqueline PASCAL, qui exprime sur cette question l'opinion de Port-Royal, paraît avoir peur pour les femmes de l'instruction et de la réflexion ; elle dote généreusement leur mémoire pour que leur esprit, bien garni de souvenirs, n'éprouve pas le besoin de forger des pensées qui seraient nécessairement de mauvaises pensées ! Fénelon est plus aimable et plus libéral : il admet que la femme apprenne tout ce qui lui sera nécessaire pour élever ses enfants. Et ce principe est gros de conséquences. Mais c'est toujours en vue de la famille qu'il instruit la femme ; il ne cherche pas à développer pour elle-même la personnalité féminine.

Ses contemporains sont plus timides : ils s'inspirent, soit de ses idées, soit de celles des jansénistes ; mais ils les tempèrent par des opinions d'autre source. Pour les filles, M[me] de MAINTENON, à Saint-Cyr, relègue l'instruction au troisième plan, après l'éducation du caractère et le travail des mains. L'abbé FLEURY n'inscrit au programme de l'enseignement féminin que trois articles : la langue française, la logique et l'arithmétique. Et l'abbé DE SAINT-PIERRE, un peu plus tard, passera pour un rêveur, lorsqu'il exigera que les femmes en sachent assez pour s'entretenir avec leurs maris. Les autres éducateurs mêlent, en proportions

diverses, les idées nouvelles et les idées traditionnelles. Bossuet, précepteur du Dauphin, emprunte aux jésuites leur goût pour les langues classiques et leur pratique de l'émulation. Mais, à l'exemple des jansénistes, il donne ses leçons en français et introduit dans son programme les sciences et la philosophie. De même, Rollin, au début du xviiie siècle, subit manifestement l'influence des jansénistes; il préfère la persuasion à la contrainte, il fait appel à la réflexion plus qu'à la mémoire. Mais ce qui caractérise surtout le *Traité des études*, c'est la « sagesse » des préceptes qu'il contient : observons les enfants; adaptons l'enseignement à leur mentalité; procédons avec lenteur; assurons-nous qu'ils nous suivent; ne craignons pas de nous répéter; ils apprennent assez vite s'ils apprennent bien; ils savent assez s'ils savent à fond. Ces préceptes, dictés par l'expérience, toute école peut les revendiquer.

En définitive, au xviie siècle et au début du xviiie siècle, ce ne sont pas les représentants des idées françaises qui sont, en France, les maîtres de l'éducation. Ce n'est ni Descartes ni Port-Royal ni Fénelon qui triomphe : ce sont les jésuites. Vers cette date, leur système d'éducation s'introduit dans un domaine nouveau, dans un domaine immense : l'abbé de La Salle fonde l'institut des Frères des écoles chrétiennes pour répandre dans le peuple une instruction modeste; et l'on croirait, à maint signe, qu'il a voulu transposer, à l'usage des classes populaires, les méthodes employées par les jésuites pour les enfants de la bourgeoisie et de l'aristocratie. Dans la *Conduite des écoles*, comme dans la *Ratio discendi et docendi*, la primauté est accordée aux exercices et aux procédés qui plient l'intelligence et la volonté de l'élève, fût-ce par la férule et le fouet, sous une réglementation minutieuse. Quelques connaissances usuelles (la lecture, l'écriture, les quatre règles du calcul), c'est tout ce que l'enfant retirera de son passage dans cette école muette et morose. En revanche, il aura reçu de nombreux préceptes de civilité. Est-ce défiance à l'égard de la nature enfantine? Est-ce timidité intellectuelle? Est-ce dessein politique ou religieux? en tout cas, J.-B. de

La Salle, s'il a eu le mérite de poser le problème de l'éducation populaire, ne l'a certes pas résolu dans le sens de la pédagogie libérale. Sur ce terrain — et sur d'autres — la tradition inaugurée par Rabelais et Montaigne, continuée par Descartes, par les Jansénistes et par Fénelon, la tradition française est à reprendre.

✿ ✿ ✿

Elle est reprise par ROUSSEAU. Les hardiesses de Jean-Jacques auraient effrayé Descartes et même Montaigne. Pourtant, s'il n'observe pas leur mesure, il est leur disciple : c'est leur cause qu'il va faire triompher.

L'*Émile* est connu : il suffira d'en rappeler les thèmes principaux.

1° L'homme est naturellement bon : c'est la société qui le pervertit. Il faut donc le soustraire à l'influence de la société et l'élever seul dans la nature. L'élever, c'est trop dire : lui laisser le soin de s'élever. Le maître doit s'abstenir de gêner l'épanouissement des tendances naturelles de l'élève ; il doit mettre tous ses soins à s'effacer, à écarter de l'enfant tout ce qui ferait obstacle à la spontanéité de son développement. L'éducation doit être libérale au point d'être nulle : on ne cultive pas, on laisse pousser.

2° La nature de l'enfant varie avec son âge ; si négative qu'elle soit, l'action de l'éducateur doit varier comme la mentalité de l'élève. L'instituteur doit « considérer ce que les enfants sont en état d'apprendre » beaucoup plus que ce qu'ils ont besoin d'apprendre pour l'avenir. Quel est donc, à chaque âge, le naturel de l'enfant ? Et quel programme. quelles méthodes lui conviennent ?

Jusqu'à douze ans, l'enfant est un petit animal : vous n'avez à vous préoccuper que de son corps et de ses sens, Donnez-lui d'abord l'aliment naturel, le lait de sa mère. Laissez ses membres à l'aise : guerre au maillot ! guerre aux chaussures ! Émile marchera pieds nus. Ayez confiance dans la vertu médicatrice de la nature : la médecine est un artifice : Émile n'aura pas de médecins. Ne lui donnez aucun

enseignement. N'essayez pas de lui apprendre l'histoire (il ne saurait saisir l'enchaînement des faits), ni la littérature (il ne comprend rien aux fables de La Fontaine). En revanche, qu'il observe, qu'il exerce ses sens; qu'il voie clair, même dans l'obscurité; qu'il sache apprécier les distances; qu'il fasse provision de sensations pour en faire plus tard des idées. Il est libre. Des connaissances librement acquises ne sont-elles pas plus solides que celles qui sont imposées par contrainte? Si d'ailleurs il mésuse de sa liberté, la nature se chargera de le punir : s'il agite trop violemment la main, il heurtera des obstacles; s'il calcule mal ses distances, il peinera longuement avant d'atteindre son but. Rousseau esquisse dès le XVIIIe siècle la théorie spencérienne des sanctions naturelles.

De douze à quinze ans, l'enfant devient un homme : il juge et raisonne. C'est le moment de fournir des aliments à ses facultés intellectuelles. Quels aliments? Ceux qu'il trouvera dans la nature. Il apprendra l'astronomie en contemplant le ciel étoilé, la géographie en parcourant le monde, la mécanique en exerçant un métier. Mais il n'apprend encore ni la grammaire ni l'histoire; il n'a pas de livres : ce sont « les choses » qui l'instruisent. Peut-on même dire qu'il s'instruit? Non, il forge seulement l'outil qui lui permettra d'acquérir des connaissances. A quinze ans, Émile n'est pas « instruit, mais instruisable ».

Enfin, à partir de quinze ans commence l'âge du sentiment. On peut désormais parler au jeune homme des problèmes métaphysiques et religieux; on peut entreprendre son éducation morale. Comme l'éducation physique, comme l'éducation intellectuelle, l'éducation religieuse et l'éducation morale se font en toute liberté. C'est Émile qui choisira lui-même sa religion.

L'âge du sentiment n'est pas seulement l'âge de la religion et de la morale, c'est l'âge de l'amour. Émile va rencontrer Sophie. Ne lisons pas leur roman : le dernier livre de l'*Émile* est moins hardi que les précédents. Rousseau pense que Sophie doit être élevée non pour elle-même mais pour Émile. Lui que le paradoxe n'ef-

fraie pas, il a dû s'effrayer des paradoxes de l'abbé de Saint-Pierre.

Nous n'avons pas à apprécier l'*Émile* mais à rechercher quelle place il occupe dans notre littérature pédagogique. Elle est considérable. On complétera l'*Émile*; on le critiquera; on montrera que l'éducateur ne peut pas faire abstraction de la société, qu'il doit, au contraire, adapter l'enfant à son milieu social. Mais on n'oubliera pas Rousseau : il exercera son influence sur tous ceux que préoccupe le problème de l'éducation : Kant, Basedow, Pestalozzi, Spencer et Tolstoï lui doivent leurs théories les plus célèbres. L'une de ses idées les plus fécondes, c'est celle de la diversité des âges. Cette idée, Rousseau l'exagère; il creuse entre les âges des abîmes que la vie, continue par essence, ne saurait nous révéler; l'enfant n'est pas exclusivement un petit animal, pas plus que l'adolescent n'est exclusivement un être de passion. Mais il demeure vrai de répéter que l'éducation doit suivre l'évolution progressive de l'enfant. Et ce thème est devenu familier à maint auteur du XIXe siècle : *l'Éducation progressive*, c'est le titre même de l'ouvrage pénétrant de Mme NECKER DE SAUSSURE. Enfin, l'idée maîtresse de l'*Émile* rattache Rousseau à l'école française du XVIe et du XVIIe siècle : n'est-il pas d'accord avec Montaigne et avec Fénelon lorsqu'il multiplie les appels à la spontanéité, à la liberté de l'enfant ? n'est-il pas d'accord avec Descartes lorsqu'il énonce le postulat sans lequel toute pédagogie serait vaine, le postulat optimiste qui permet à l'éducateur d'espérer que ses efforts ne seront pas infructueux, le principe de la bonté originelle de la nature humaine ?

Même s'ils n'aiment pas Rousseau, les philosophes du XVIIIe siècle, lorsqu'ils parlent d'éducation, se rangent à ses côtés. CONDILLAC appuie sa pédagogie sur une psychologie : c'est sa doctrine psychologique qui lui dicte des règles comme celles-ci : il faut enseigner le concret avant l'abstrait, faire connaître les choses par les sens avant d'en venir aux idées générales; il faut suivre dans l'enseignement « la manière dont les hommes se sont conduits pour créer les arts

et les sciences », faire parcourir à l'individu les étapes de la civilisation. Mais ces règles concordent souvent avec celles de Rousseau et de ses précurseurs. Condillac a plus confiance dans la réflexion que dans la mémoire : « on sait mieux, dit-il, les choses qu'on peut retrouver que celles dont on peut se ressouvenir ». Bien que son système philosophique l'éloigne, en apparence, de Descartes, il recommande aussi énergiquement que les cartésiens l'effort de réflexion personnelle.

De même, HELVÉTIUS, si peu cartésien qu'il soit, n'en arrive pas moins à proclamer, comme Descartes, que toutes les différences individuelles viennent de l'éducation. Et, tirant de cette thèse des conséquences extrêmes, il soutient, comme le soutiendra, au XIX[e] siècle, JACOTOT, que l'éducation est toute-puissante et qu'il dépend d'elle de faire de nous des génies ou des médiocrités.

Cette idée le conduisait naturellement à demander pour tous les hommes, naturellement égaux, une éducation équivalente. Ce vœu, Helvétius n'est pas seul à le formuler. DIDEROT, qui n'admet pas tous les paradoxes de son ami, réclame, lui aussi, pour tous les enfants une école obligatoire, gratuite et « publique ». Et LA CHALOTAIS, l'adversaire des jésuites, exprime vers le même temps la même idée. A l'aube du XVIII[e] siècle, nous avons vu la pédagogie des jésuites, non contente de ses succès aristocratiques, se répandre parmi le peuple. A la fin du même siècle, les jésuites sont chassés de France; les « philosophes » sont vainqueurs; l'opinion est férue de Rousseau; l'*Émile* est à la mode; et l'on songe à appliquer à l'éducation populaire les méthodes de la pédagogie libérale.

✿ ✿ ✿

Appliquer à l'éducation populaire les méthodes de la pédagogie libérale, tel est le problème qu'avait à résoudre, en France, le XIX[e] siècle. Problème nouveau : durant les siècles précédents, l'éducation collective n'allait pas sans un régime autoritaire, et, même dans les romans pédagogi-

ques, l'éducation libérale n'était donnée qu'à des individus isolés. Problème ardu, car s'il est facile de gouverner une classe à l'aide du « signal » et de la férule, n'y a-t-il pas incompatibilité entre le principe de liberté et les nécessités de la vie collective ? Comment concevoir une classe d'Émiles ? Comment soumettre à une discipline des enfants dont on veut faire des hommes libres ? C'est l'honneur de la Révolution française d'avoir su poser ce problème ; c'est l'honneur de la Troisième République de n'avoir pas reculé devant les difficultés de la solution.

Les assemblées révolutionnaires ont nettement vu qu'en appelant le peuple à se gouverner elles prenaient l'engagement de l'instruire. Ce principe est commun à tous ceux de leurs membres qui sont appelés à formuler sur ce point une opinion. La Constitution vient d'affranchir les Français ; la liberté est inscrite dans les lois : mais l'instruction est la condition de la liberté ; il faut éclairer les citoyens pour que la liberté descende dans les mœurs. En outre, l'instruction est une condition de la véritable égalité civique, et un facteur de la moralité populaire. Ces principes posés, les grands révolutionnaires imaginent des plans d'instruction publique dont le dessin varie suivant leurs tempéraments individuels. CONDORCET est un organisateur : il étendrait sur le pays un vaste réseau d'écoles de divers degrés (écoles primaires, écoles secondaires, instituts, lycées, société nationale des sciences et arts) ; il prévoit un enseignement postscolaire, un enseignement professionnel, un enseignement féminin — identique, d'ailleurs, à l'enseignement masculin. LAKANAL est un éducateur : il insiste davantage sur les méthodes ; il préconise l'intuition et l'enseignement concret ; il songe à la formation des maîtres et c'est à lui qu'on doit l'idée et le nom de nos « écoles normales ». Mais ce qui importe, c'est moins le détail de ces « projets » que leur inspiration démocratique et laïque. Toute l'œuvre scolaire de la Troisième République est en germe dans les « Rapports » des hommes de la Révolution.

Le germe devait attendre, avant d'éclore, près d'un siècle. Pour la science française de l'éducation, le début du XIXe siè-

cle est une période stérile. L'Université impériale revient aux traditions de l'Université de l'ancien régime. Et la Restauration n'a pas d'autre idéal. Une société qui veut réagir contre la société révolutionnaire n'éprouve pas le besoin de chercher de nouveaux guides intellectuels : ceux du passé lui suffisent. Abstraction faite du livre déjà cité de Mme Necker de Saussure, peut-être les ouvrages les plus intéressants de cette époque sont-ils ceux que consacrent à l'éducation féminine Mme DE GENLIS, Mme CAMPAN, Mme DE RÉMUSAT et Mme GUIZOT. Puis vient une période de fermentation intellectuelle : les idées révolutionnaires renaissent; chaque école socialiste possède sa doctrine pédagogique : CONSIDÉRANT, en bon fouriériste, expose une méthode d'éducation « naturelle et attrayante ». On réfléchit sur la Révolution française et sur la pédagogie qu'elle portait en ses flancs. Cette pédagogie, les uns, comme DUPANLOUP, la combattent, non sans faire au libéralisme d'importantes concessions. Les autres, comme MICHELET et QUINET, en font l'apologie. Michelet, reprenant la thèse de Rousseau sur la bonté naturelle de l'homme, l'oppose à la pédagogie de l'Église et trace, dans l'enthousiasme, le programme du libre épanouissement de l'individu depuis le sein de sa mère jusqu'à l'âge civique. Quinet, croyant apercevoir entre la pédagogie traditionnelle et les principes de la société moderne un antagonisme, réclame une réforme profonde de l'éducation nationale et l'institution d'un enseignement populaire indépendant de toute confession religieuse.

Parallèlement à ce mouvement d'idées se dessinaient d'importants changements dans nos institutions scolaires. GUIZOT faisait voter, en 1833, une loi créant, en principe, une école dans chaque commune de France, et, à cette occasion, il définissait dans une belle « lettre » la mission morale et sociale des instituteurs. Le même ministre concevait l'idée de nos écoles primaires supérieures et fondait des écoles normales, A la fin du second empire, de nouveaux progrès sont accomplis par Victor DURUY. L'enseignement féminin est créé. Dans l'enseignement secondaire masculin, Duruy institue, à côté des humanités classiques, un ensei-

gnement « spécial » : c'est le prototype de l'enseignement « moderne » ou « réel » qui fleurit en tant de pays. Duruy élargit les programmes; il réintroduit dans nos lycées la philosophie et l'histoire qui, soupçonnées de former de libres esprits, avaient été bannies par un gouvernement autoritaire. Il rend obligatoire dans les écoles primaires l'enseignement historique : c'est dire qu'il ne considère pas l'instituteur comme un simple maître de lecture, d'écriture et de calcul, mais qu'il compte sur lui pour faire l'éducation civique des Français. Ainsi, grâce à de grands ministres, les institutions scolaires s'orientaient vers l'idéal démocratique que définissaient, à la même heure, de grands écrivains.

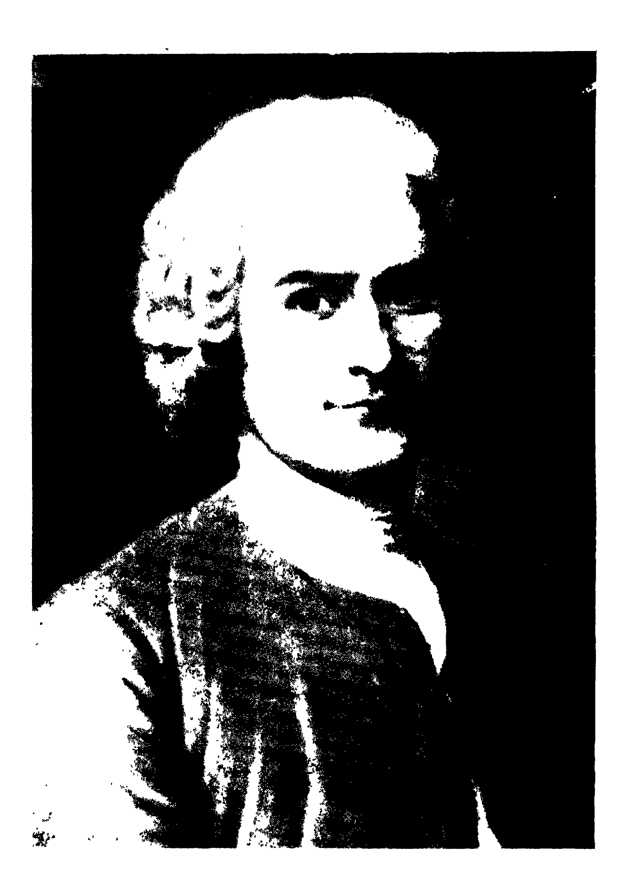
L'avènement de la République hâta la réalisation de cet idéal. Au lendemain de la guerre de 1870, hommes d'État et hommes d'études s'entendent pour réorganiser nos écoles de tous degrés. Nous n'avons pas à entrer dans le détail de ces créations ou de ces réformes. Nous nous bornerons à en indiquer l'esprit.

Est-il nécessaire de dire que l'esprit qui présida à la réforme de l'enseignement supérieur fut un esprit de liberté? Peut-on concevoir sans liberté le travail scientifique? Lorsqu'il s'agit d'enseignement supérieur, les esprits les moins libéraux ne sont pas ceux qui réclament le moins énergiquement la liberté. A ce degré, il ne saurait être question d'hésiter entre deux écoles pédagogiques : la meilleure des réformes est celle qui fournit à l'activité scientifique les aliments les plus abondants et les stimulants les plus énergiques. Tel était le but de la loi de 1896 qui substituait à nos facultés, languissantes dans leur isolement, des universités, solides faisceaux de facultés solidaires, ardents foyers de libres recherches.

C'est dans l'enseignement secondaire que s'étaient conservées avec le plus de ténacité les traditions de la pédagogie autoritaire. Elles s'affaiblissent peu à peu. Ce qu'on prend souvent pour une réaction contre les humanités classiques, c'est, en réalité, un progrès dans la voie tracée, dès le XVII[e] siècle, par Descartes, par Port-Royal et même par Bossuet. Si l'on a banni le vers latin, ce n'est pas parce

qu'il était latin, mais parce qu'il n'imposait aux jeunes gens qu'un travail artificiel et stérile. C'est pour la même raison que Bossuet renonçait à l'emploi du latin dans ses entretiens avec son élève. Les exercices qui n'exigent qu'une sorte d'habileté verbale et de mécanisme mnémonique doivent céder la place à ceux qui suscitent la curiosité intellectuelle. Tel était le principe de la réforme qui fut effectuée aux environs de 1880; tel est encore le principe de la réforme de 1902. Celle-ci n'eut pas seulement pour but, comme on le croit trop volontiers, de créer dans nos lycées de nouvelles sections, de nouveaux cycles d'études, de nouveaux baccalauréats, mais encore et surtout de préconiser de nouvelles méthodes : accroissement du temps consacré aux manipulations de physique ou de chimie, aux observations et aux expériences; accroissement du temps consacré à la lecture des écrivains et suppression des cours d'histoire littéraire, ces mesures sont destinées à mettre les jeunes gens en contact direct avec la vérité scientifique et avec la beauté littéraire; elles sont conformes aux principes de nos grands pédagogues du XVIIe et du XVIIIe siècles. Et c'est aussi dans le sens de la pédagogie libérale que s'est effectuée, en 1890, la réforme de la discipline universitaire.

C'est dans l'esprit de la pédagogie libérale qu'ont été rédigés tous les règlements relatifs à l'enseignement primaire. Créé, pour ainsi dire, par la Troisième République, cet enseignement n'était pas gêné dans son progrès par de lourdes traditions. La difficulté, pour ses fondateurs, était, au contraire, de trouver des solutions aux problèmes nouveaux que suscitait son institution. Le plus grave de ces problèmes était celui de l'enseignement moral. L'école étant ouverte à tous les enfants, quelle que soit leur religion, doit demeurer neutre au point de vue confessionnel. Il est donc impossible de fonder l'enseignement moral sur des croyances religieuses. L'instituteur, selon le mot de Jules FERRY, doit inculquer à l'enfant la morale des honnêtes gens de tous les temps et de tous les pays. En dépit de cet appel à la tradition universelle, c'est une grande révolution pédagogique que la France tentait par la loi sur la laïcité : pour



J.-J. ROUSSEAU (1712-1778)

PASTEL DE LA TOUR

la première fois dans l'histoire, un peuple renonce à l'apparent appui de la religion positive et ne s'adresse, pour faire l'éducation des jeunes générations, qu'à l'expérience et à la raison.

Ce n'est pas seulement pour l'enseignement de la morale que l'instituteur fait appel à l'expérience et à la raison. Cette méthode est employée dans toutes les disciplines. On ne néglige pas la mémoire; on use d'autant plus de cette faculté que l'âge de l'élève est plus tendre. Mais elle ne règne nulle part, pas même à l'école maternelle. L'effort des éducatrices, qui s'occupent des tout jeunes enfants, consiste à bannir des « écoles maternelles » tout ce qui est scolaire : il s'agit d'en faire des milieux sains et agréables où l'enfant s'épanouit en liberté, exerce ses yeux et ses mains, prend de bonnes habitudes physiques et morales, en attendant qu'il ait atteint l'âge où il se servira de livres et de cahiers. Sans tomber dans les exagérations de Rousseau, qui ne voulait pas d'éducation intellectuelle avant douze ans, on estime du moins qu'avant six ans l'éducation intellectuelle ne doit comporter aucun appareil livresque : à cet âge, entre l'étude et le jeu, il ne saurait y avoir solution de continuité.

A mesure que l'enfant grandit, la discipline intellectuelle se fait, à l'école, plus exigeante. Elle ne cesse pas d'être libérale. Les classes les meilleures, à notre gré, ne sont pas celles où des enfants immobiles enregistrent, sans réagir, les paroles du maître et les reproduisent au commandement. Nous souhaitons, entre le maître et l'élève, un échange incessant de questions et de réponses tenant en éveil les esprits.

Dans cette classe vivante, qu'enseigne-t-on ? Rien qui ne soit indispensable. Les programmes, en apparence, sont vastes, sinon encyclopédiques. En réalité, ils ne comprennent que des connaissances élémentaires : morale et instruction civique; lecture et écriture; langue française; histoire et géographie de la France, avec des notions sommaires sur le reste du monde; calcul et leçons de choses. Tous ces enseignements, même les plus abstraits, doivent

être donnés suivant la méthode intuitive. Les « leçons de choses » ne doivent pas être des leçons sans choses ; on recommande aux maîtres de constituer, dans chaque classe, un musée scolaire où sont conservés les objets qui seront, pendant les leçons, placés sous les yeux des enfants. Les problèmes de calcul ne doivent pas contenir de données arbitraires, mais correspondre à des actes réels de la vie courante. L'enseignement géographique doit partir de l'étude du milieu immédiat et ne doit jamais se donner sans représentations figurées des pays décrits. Une illustration abondante doit montrer aux enfants, à mesure que se déroulent devant eux les diverses périodes historiques, la vie et la civilisation des hommes d'hier ou d'autrefois. Il n'est pas jusqu'à l'étude de la grammaire qui ne doive repousser l'abstraction ; la règle ne doit venir qu'après l'exemple, et c'est d'après les textes des meilleurs auteurs que l'enfant apprend sa langue maternelle.

Sur tous ces points, les éducateurs français sont unanimes. A chaque génération d'instituteurs, depuis près de quarante ans, les hommes qui dirigent l'enseignement public redisent : « Soyez simples ; parmi les articles des programmes, faites un choix ; ne gardez que ce qui convient à l'âge de vos élèves et ce qui les prépare à la vie. Soyez concrets, faites la guerre au verbalisme et au psittacisme ; supprimez tout intermédiaire entre l'esprit de vos élèves et l'objet de leur étude ; suscitez la curiosité et excitez la réflexion ; tout en contrôlant leurs efforts, laissez courir leur esprit ; ne leur imposez ni une direction tyrannique ni une opinion dogmatique ». Ceux mêmes qui combattent l'Université ou créent, à côté des siennes, des « écoles nouvelles », ne font que reprendre les thèmes favoris des grands universitaires. On croirait que la vérité pédagogique est acquise et que, si l'on peut discuter sur tel ou tel procédé, on est d'accord sur l'esprit qui doit animer l'éducation.

✿ ✿ ✿

Si les grandes lignes de la science de l'éducation sont tracées, il s'en faut que les détails soient arrêtés avec précision. C'est à cette étude minutieuse que s'attache, à l'heure présente, la pédagogie française. Elle s'efforce d'emprunter leurs méthodes aux sciences positives. Les théories pédagogiques étaient hier soit des hypothèses métaphysiques, soit des romans littéraires, soit des plans politiques. Elles se présentent aujourd'hui comme des corollaires des lois de la psychologie ou de la sociologie.

C'est surtout à la psychologie que, depuis vingt ans, nos éducateurs vont demander soit l'indication de méthodes nouvelles, soit la justification d'anciens procédés. L'école française se distingue des écoles voisines, — même de l'école belge, qui lui est pourtant très étroitement apparentée — par l'importance qu'elle accorde à l'observation et à l'expérimentation proprement psychologiques. Sans doute elle ne néglige pas les données de la physiologie ; ce n'est pas en France qu'on peut méconnaître la portée pédagogique des théories de Th. RIBOT sur l'attention, sur la mémoire, sur les sentiments et sur le caractère ; même lorsque les conclusions de ce savant tendent à limiter étroitement l'efficacité de l'éducation, elles n'en offrent que plus d'intérêt pour l'éducateur ; il n'est pas inutile, pour agir, de savoir où doit et où peut s'arrêter l'action. Mais, si elle s'appuie sur la physiologie, la « pédologie » française n'en est pas moins essentiellement psychologique. Exclusivement psychologiques sont les ouvrages français sur le développement intellectuel et moral de l'enfant, sur son langage, sur ses jeux, son imagination, ses sens ; depuis les brèves observations de TAINE (appendice au livre de l'*Intelligence*), une riche littérature a vu le jour en France ; si riche que le sujet, pourtant inépuisable, paraît épuisé ; on s'attaque maintenant à l'observation d'un être humain qui, pour l'éducateur, est encore plus intéressant que l'enfant : l'adolescent.

A côté des observateurs de l'enfance, voici des psychologues expérimentateurs. Le plus patient, le plus ingénieux d'entre eux fut Alfred BINET, dont l'œuvre considérable

est complétée chaque jour par de nombreux disciples. Binet estimait que l'école est un véritable laboratoire de psychologie pédagogique : on peut y mesurer non seulement l'acuité des sens, mais la fidélité de la mémoire, la durée de l'attention, même la valeur de l'intelligence. Et il pensait que, soit par l'interrogation individuelle des écoliers, soit par des enquêtes collectives, on pourrait parvenir à apprécier exactement les résultats de telle ou telle méthode d'enseignement. L'expérience psychologique a-t-elle donné tous les résultats qu'en attendait Binet? Il est très difficile de l'affirmer. Plus que toute autre, cette expérience exige des précautions multiples ; les risques d'erreur sont innombrables ; l'interprétation des résultats les plus certains est toujours délicate. Pourtant, il semble bien que les travaux de Binet et de son école ont permis de rectifier un certain nombre de pratiques traditionnelles mais vicieuses, et de justifier soit des pratiques excellentes dont un empirisme irréfléchi recommandait seul l'adoption, soit des initiatives heureuses qui rencontraient la résistance de la routine. Au surplus, une telle méthode ne peut donner tous ses fruits que grâce au travail patient de plusieurs équipes d'ouvriers : de telles équipes sont constituées sur plusieurs points de la France, et l'on peut espérer de leurs consciencieuses enquêtes le rajeunissement de maint chapitre de notre pédagogie.

D'autres chapitres ont été renouvelés par la psychologie pathologique. On sait que l'étude des anormaux a toujours été chez nous fort en honneur. C'est en France qu'ont été créées, par Valentin HAÜY, les premières écoles pour aveugles. Et c'est un Français, l'abbé DE L'ÉPÉE, qui, l'un des premiers, instruisit par le moyen de signes des classes de sourds-muets. Aujourd'hui, ce sont d'autres anormaux qui attirent l'attention : ceux dont le système nerveux est malade. Des classes de perfectionnement sont instituées pour les plus légèrement atteints. Et la pédagogie tirera certainement profit des observations faites à leur sujet. Elle a déjà profité d'observations prises sur les fous et les demi-fous. C'est en soignant des hystériques que CHARCOT

a découvert cette différence des types visuel, auditif et moteur qui jette tant de lumière sur la valeur comparée de différents procédés pédagogiques. C'est la psychiatrie française qui a mis en lumière le pouvoir moteur des idées, l'intime union de la pensée et du mouvement. Or, cette notion a produit une révolution dans certains enseignements. Elle a révélé le danger que présentaient pour l'orthographe les exercices « cacographiques » et les dictées difficiles qui, obligeant l'élève à conserver le souvenir de ses fautes, le condamnent à récidiver. Elle pourrait produire une révolution dans l'éducation morale elle-même, car elle montre le danger des ordres ou conseils formulés en termes négatifs (« Ne fais pas ceci ») qui suggèrent et, par suite, déclanchent l'acte qu'ils voudraient proscrire, et, inversement, la valeur des prescriptions positives (« Fais cela »), des encouragements et des stimulants. Par une conséquence imprévue, la psychiatrie française vient confirmer les conclusions de notre pédagogie libérale.

Enfin, les progrès actuels de la sociologie, en France, ne sauraient manquer d'avoir leur retentissement sur la science de l'éducation. Il est inévitable qu'une science des sociétés, en se constituant, tire de ses constatations des applications pédagogiques : l'école est une institution sociale trop importante pour qu'elle ne varie pas en fonction de facteurs sociaux ; la sociologie doit rechercher la loi de ces variations. Pourtant, les ouvrages et même les articles de pédagogie sociologique sont encore rares. Et si l'on peut attendre des sociologues une importante contribution à la science de l'éducation, celle-ci demeure, en fait, jusqu'à ce jour, presque exclusivement liée à la psychologie.

Psychologie, sociologie, ces deux sciences ne sauraient, à elles seules, constituer la pédagogie. La pédagogie n'est pas seulement une science, un système de vérités méthodiquement établies ; c'est un art, une adaptation de ces vérités à la réalisation d'un idéal. Le but de l'éducateur une fois fixé, le psychologue et le sociologue peuvent lui fournir les moyens les meilleurs, les plus rapides ou les plus commodes, pour y parvenir ; mais quel but faut-il s'efforcer

d'atteindre? Si sur ce point la psychologie et la sociologie ne sont pas muettes, du moins leur réponse ne s'impose-t-elle pas avec l'autorité d'un théorème ou d'un axiome. Il en résulte que l'idéal de l'éducation peut varier de peuple à peuple. La psychologie et la sociologie sont des sciences internationales ; les résultats obtenus par les psychologues ou les sociologues français, s'ils ont une valeur scientifique, viennent s'ajouter à la masse des résultats obtenus par les psychologues ou sociologues étrangers. En pédagogie, il n'en est pas de même : chaque système d'éducation revêt les couleurs de la nation qui l'adopte ; l'idéal scolaire est un aspect de l'idéal national.

Quel est l'idéal de la pédagogie française? On peut, disions-nous, former un être humain du dehors ou du dedans ; on peut le dresser ou l'élever. La première alternative a été choisie par la scolastique dont la méthode était devenue un véritable dressage intellectuel. Elle fut choisie, du XVIe siècle à nos jours, par les jésuites dont la méthode est un vrai dressage physique, intellectuel et moral. Ni la pédagogie scolastique, ni la pédagogie jésuitique n'appartient en propre à la tradition française. Le XVIe et le XVIIe siècles ont éliminé la première ; le XVIIIe et le XIXe siècles ont tâché d'éliminer la seconde. La pédagogie française, c'est la pédagogie de Rabelais et de Montaigne, de Descartes, de Port-Royal, de Fénelon, de Rousseau et de la Révolution, de Michelet et de Quinet, de Duruy et de Jules Ferry. Son domaine, depuis le XVIe siècle, s'est singulièrement élargi, et des problèmes ont surgi que Rabelais ne soupçonnait guère. Mais un même esprit anime tous les auteurs que nous venons de citer : tous entendent réduire au minimum le dressage extérieur et mécanique ; pour tous, l'éducation doit être, avant tout, œuvre de liberté et de raison.

Paul LAPIE.

BIBLIOGRAPHIE

RABELAIS (1490-1553). — * *Gargantua.* (Chap. XIV, XV, XXI, XXIII, XXIV.)

— *Pantagruel.* (Chap. VIII.)

MONTAIGNE (1533-1592). — * *Essais.* (Liv. I, chap. XXIV et XXV.)

DESCARTES (1596-1650). — * *Discours de la méthode,* in-4°. Leyde, Jean Maire, 1637.

MALEBRANCHE (1638-1715). — * *De la recherche de la vérité,* 2 vol. in-12. Paris, André Pralard, 1674-75.

⁂

PASCAL (1623-1662). — *Règlements pour l'éducation des enfants de Port-Royal,* in-12. Mons, P. Migeot, 1665.

NICOLE. — *De l'éducation d'un prince,* in-12. Paris. Ch. Savreux, 1670.

— *Traité de la manière d'étudier chrétiennement* (1), in-12. Paris, 1671.

BOSSUET. — *Lettre à Innocent XI sur l'éducation du Dauphin.* 1679.

JOUVENCY (le P.). — *De ratione discendi et docendi,* in-8°. Lyon, Paris, 1692.

FLEURY. — *Traité du choix et de la méthode des études,* in-12. Paris, 1686.

FÉNELON. — * *Éducation des Filles,* in-12. Paris, Aubouin et Emery, 1687.

Mme DE MAINTENON (1635-1719). — *Lettres sur l'éducation des filles.*

— *Conseils et instructions aux demoiselles de Saint-Cyr* (2).

(1) Les ouvrages ou fragments d'ouvrages où les jansénistes du XVIIe siècle ont traité de l'éducation, sont réunis dans l'ouvrage de CARRÉ : *Les Pédagogues de Port-Royal,* in-12. Paris, Delagrave, 1887.

(2) Des extraits des ouvrages de Mme de Maintenon sur l'éducation ont été publiés par Gréard, dans l'ouvrage intitulé : *Mme de Maintenon, Extraits de ses lettres, avis, entretiens, conventions et proverbes sur l'éducation,* in-12. Paris, Hachette, 1884.

J.-B. de La Salle. — *Conduite des Écoles chrétiennes ou règlement à l'usage des Frères des Écoles chrétiennes.* 1720.

Rollin. — **Traité des études, ou De la manière d'enseigner et d'étudier les belles-lettres par rapport à l'esprit et au cœur,* 4 vol. in-12. Paris, Estienne. 1726.

Rolland. — *Plan d'éducation adopté par l'Université,* 1763.

Mme de Genlis. — *Adèle et Théodore ou Lettres sur l'éducation,* 3 vol. in-12. Paris, Lambert, 1782.

Sicard (l'abbé). — *Mémoires sur l'art d'instruire les sourds et muets de naissance,* in-8°. Bordeaux, 1789.

Castel, abbé de Saint-Pierre. — *Projets pour perfectionner l'éducation,* in-12. Paris, Briasson, 1728.

Condillac. — *Cours d'études pour l'instruction du Prince de Parme,* 13 vol. in-8°. Parme, Bodoni, 1775.

J.-J. Rousseau. — **Emile, ou de l'éducation,* 4 vol. in-8°. La Haye, Jean Néaulme, 1762.

La Chalotais. — *Essai d'éducation nationale ou plan d'études pour la jeunesse,* in-8°. Genève, 1763.

Diderot. — *Plan d'une Université pour le Gouvernement de Russie, adressé à Catherine II,* in-4°, 1770.

Helvétius. — *De l'homme, de ses facultés intellectuelles et de son éducation,* in-8°. Paris, 1772.

Mirabeau. — *Travail sur l'éducation publique,* in-8°. Paris, Imprimerie nationale, 1791.

Daunou. — *Plan d'éducation présenté à l'Assemblée nationale au nom des instituteurs publics de l'Oratoire,* 1790.
— *Convention nationale : Essai sur l'instruction publique,* in-8°. Paris, Imprimerie nationale, 1793.

Talleyrand de Périgord. — *Rapport sur l'instruction publique fait au nom du Comité de constitution de l'Assemblée nationale,* in-4°. Paris, Baudoin, 1791.

Condorcet. — *Rapport et projet de décret sur l'organisation générale de l'instruction publique, présenté à l'Assemblée nationale législative au nom du Comité de l'Instruction publique,* in-4°. Paris, Imprimerie Nationale, 1792.

LAKANAL. — *Projet d'éducation du peuple français, présenté à la Convention nationale au nom du Comité de l'Instruction publique*, in-8°. Paris, Imprimerie Nationale, 1793 (1).

✿ ✿ ✿

JACOTOT. — *Enseignement universel. Langue maternelle*, in-8°. Paris, 1823.

Mme NECKER DE SAUSSURE. — **L'Éducation progressive ou étude du cours de la vie*, 2 vol. in-8°. Paris, Paulin, 1828-1832.

Victor CONSIDÉRANT. — *Théorie de l'éducation naturelle et attrayante dédiée aux mères*, in-8°. Besançon, 1844.

DUPANLOUP. — **De l'Éducation*, 3 vol. in-8°. Paris, Lecoffre, 1850-1872.

Edgar QUINET. — *L'Enseignement du peuple*, in-12. Paris, Chamerot, 1850.

MICHELET. — **Nos fils*, in-12. Paris, Librairie internationale, 1869.

✿ ✿ ✿

GUIZOT. — **Circulaire aux instituteurs relative à la loi du 28 juin 1833*, in-4°. Paris, Imprimerie Royale, 1834.

Victor DURUY. — *Notes et souvenirs (1811-1894)*, 2 vol. in-8°. Paris, Hachette, 1901.

Jules SIMON. — **L'École*, in-8°. Paris, Librairie internationale, 1864.

Michel BRÉAL. — **Quelques mots sur l'instruction publique en France*, in-16. Paris, Hachette, 1872.

Jules FERRY. — *Discours au Congrès pédagogique des Écoles normales*, in-4°. Paris, Imprimerie Nationale, 1883.

— *Lettre aux instituteurs sur l'éducation morale et l'instruction civique*, in-12. Paris, Imprimerie Nationale, 1883.

GRÉARD. — **Éducation et instruction*, 4 vol. in-12. Paris, Hachette, 1887.

— *L'Enseignement secondaire des filles*, in-8°. Paris, Delalain, 1883.

(1) Les principaux textes relatifs aux projets pédagogiques des Assemblées révolutionnaires sont réunis dans l'ouvrage de Hippeau : **L'Instruction publique en France pendant la Révolution*, 2 vol. in-12. Paris, Perrin, 1881-1883.

LIARD. — **L'Enseignement supérieur en France*, 2 vol. in-8°. Paris, Colin, 1888-1894.
— *Pages éparses*, in-12. Paris, Colin, 1902.

Ferdinand BUISSON. — **Conférences et causeries pédagogiques*, in-8°. Paris, Hachette, 1888.

VESSIOT. — **De l'éducation à l'école*, in-8°. Paris, Lecène, 1885.
— *L'Enseignement à l'école*, in-18. Paris, Lecène, 1886.

Félix PÉCAUT. — **Études au jour le jour sur l'éducation nationale*, in-12. Paris, Hachette, 1879.
— **L'Éducation publique et la vie nationale*, in-12. Paris, Hachette, 1897.
— **Quinze ans d'éducation*, in-16. Paris, Delagrave, 1902.

MARION. — **L'Éducation dans l'Université*, in-12. Paris, Colin, 1892.
— **L'Éducation des jeunes filles*, in-12. Paris, Colin, 1902.

LAVISSE. — *A propos de nos écoles*, in-12. Paris, Colin, 1894.

FOUILLÉE. — **Les Études classiques et la démocratie*, in-12. Paris, Colin, 1898.

BOUTROUX. — *Questions de morale et d'éducation*, in-18. Paris, Delagrave, 1895.

GUYAU. — **Éducation et hérédité, étude sociologique*, in-8°. Paris, Alcan, 1889.

JACOB. — **Pour l'école laïque*, in-16. Paris, Cornély, 1899.

Mme PAPE-CARPENTIER. — *Introduction à la méthode des salles d'asile dans l'enseignement primaire*, in-12. Paris, Delagrave.

Mme KERGOMARD. — **L'Éducation maternelle dans l'école*, 2 vol. in-12. Paris, Hachette, 1886-1895.

✿ ✿ ✿

**Organisation pédagogique des écoles primaires*. Paris, 1890.

**Programme des Écoles primaires supérieures*. 1909.

**Programme pour les Écoles normales d'Instituteurs et d'Institutrices*. 1905.

Instructions, programmes, et règlements de l'enseignement secondaire. 1890.

**Instructions concernant les programmes de l'enseignement secondaire*. Paris, Delagrave, 1902.

✿ ✿ ✿

DEMOLINS. — **L'Éducation nouvelle*. *L'école des Roches*, in-12. Paris, Didot, 1898.

Gustave LE BON. — *Psychologie de l'éducation*, in-12. Paris, Flammarion, 1902.

TOULOUSE. — **Comment former un esprit*, in-12. Paris, Hachette, 1908.

DE FLEURY. — **Le corps et l'âme de l'enfant*, 2 vol. in-16. Paris, Colin, 1899-1905.
— *Nos enfants au collège*, in-12. Paris, Colin, 1905.

Marcel PRÉVOST. — *Lettres à Françoise maman*, in-16. Paris, Fayard, 1912.

KLEIN. — **Mon filleul au jardin d'enfants*, in-12. Paris, Colin, 1912.

Th. RIBOT. — **L'Hérédité psychologique*, in-8°. Paris, Baillière, 1873.
— **Psychologie de l'attention*, in-12. Paris, Alcan, 1888.
— **Psychologie des sentiments*, in-12. Paris, Alcan, 1896.

PÉREZ. — **L'Éducation morale dès le berceau*, in-8°. Paris, Baillière, 1880.
— *Les trois premières années de l'enfant*, in-8°. Paris, Alcan, 1886.
— *L'Enfant de trois à sept ans*, in-8°. Paris, Alcan, 1886.

COMPAYRÉ. — **L'Évolution intellectuelle et morale de l'enfant*, in-8°. Paris, Hachette, 1893.

A. BINET. — *La Fatigue intellectuelle*, in-8°. Paris, Schleicher. 1898.
— *La Suggestibilité*, in-8°. Paris, Schleicher, 1900.
— *Etude expérimentale de l'intelligence*, in-8°. Paris, Schleicher. 1903.
— **Les Idées modernes sur les enfants*, in-12. Paris, Flammarion, 1909.

A. BINET et SIMON. — *Les Enfants anormaux*, in-12. Paris, Colin, 1907.

PHILIPPE et BONCOUR. — *Les Anomalies mentales chez les écoliers*, in-12. Paris, Alcan, 1905.
— **L'Éducation des anormaux*, in-16. Paris. Alcan, 1910.

QUEYRAT. — **La Curiosité*, in-16. Paris, Alcan, 1911.
— *L'Imagination et ses variétés chez l'enfant*, in-12. Paris, Alcan, 1896.

MENDOUSSE. — *L'Ame de l'adolescent*, in-8°. Paris, Alcan, 1909. — **Du dressage à l'éducation*, in-16. Paris, Alcan, 1910.

CRAMAUSSEL. — *Le premier éveil intellectuel de l'enfant*, in-12. Paris, Alcan, 1909.

VAN BIERVLIET. — *Premiers éléments de pédagogie expérimentale*, 2 vol. in-8°. Paris, Alcan, 1912.

SCHUYTEN. — *L'Éducation de la femme*, in-12. Paris, Doin, 1908.

✿ ✿ ✿

THAMIN. — *Éducation et positivisme*, in-12. Paris, Alcan, 1891.

PAYOT. — *Éducation de la volonté*, in-8°. Paris, Alcan, 1894.

THOMAS. — *Éducation des sentiments*, in-8°. Paris, Alcan, 1898.

DUGAS. — **Le Problème de l'éducation*, in-8°. Paris, Alcan, 1909. — *Éducation du caractère*, in-8°. Paris, Alcan, 1912.

LEFEBVRE. — *Causeries pédagogiques*, in-12. Paris, Delagrave, 1907.

DUMESNIL. — **Pour la pédagogie*, in-12. Paris, Colin, 1902.

ELSLANDER. — *L'Éducation au point de vue sociologique*, in-8°. Bruxelles, Lebègue, 1899.

✿ ✿ ✿

**Revue pédagogique*, publiée depuis 1878, in-8°. Paris, Delagrave, 1878.

**Revue internationale de l'enseignement*, publiée depuis 1881 par la Société de l'Enseignement supérieur, grand in-8°. Paris.

**Revue universitaire*, publiée depuis 1892, in-8°. Paris, Colin.

Bulletin de la Société libre pour l'étude psychologique de l'enfant, paraît depuis 1900, in-8°. Paris, Alcan.

**L'Éducation*, paraît depuis 1909, in-8°. Paris, Alcan.

L'Année pédagogique, publiée par Cellerier et Dugas, depuis 1911, grand in-8°. Paris, Alcan.

Les ouvrages marqués d'un astérisque sont ceux qui figurent, en totalité ou en partie, dans la Bibliothèque de la Science française, à l'Exposition de San Francisco.

LES MATHÉMATIQUES

Quoique le progrès des mathématiques les conduise peu à peu vers une unité des plus remarquables et que toutes leurs parties se pénètrent mutuellement, nous diviserons ce rapide exposé en six parties : Arithmétique, Algèbre, Analyse mathématique, Géométrie, Cinématique et Mécanique.

Dans l'impossibilité de faire aussi brièvement un exposé complet, nous insisterons davantage sur les mathématiciens français *des temps présents*.

✿ ✿ ✿

Arithmétique. — En tête de l'arithmétique moderne doit s'inscrire en premier lieu le nom d'un génial français, Fermat. Après lui, la théorie des nombres, longtemps délaissée, fut ranimée par les travaux de deux Français : Lagrange et Legendre.

Cauchy démontra un des théorèmes énoncés par Fermat et laissa une empreinte féconde dans le domaine de l'arithmétique.

Hermite a réalisé un grand progrès en introduisant les variables continues et les indéterminées conjuguées dans la théorie des nombres. Il a déduit d'importantes propriétés des nombres des identités de la théorie des fonctions elliptiques : il a immortalisé son nom par sa démonstration de la transcendance du nombre *e*. Ces recherches ont été continuées par M. Jordan, par Poincaré, par M. E. Picard, puis par M. Humbert dans le domaine des fonctions *théta* de deux variables, et plus récemment par MM. Chatelet

et COTTY; citons également M. GOT. D'autre part, un Français, M. HADAMARD et un Belge, M. DE LA VALLÉE-POUSSIN, ont apporté des contributions importantes à la théorie des nombres premiers par la voie de l'analyse mathématique.

✿ ✿ ✿

ALGÈBRE. — En algèbre moderne il faut de nouveau citer, en premier lieu, Lagrange pour ses recherches sur la résolution des équations. Après lui, Cauchy créa la théorie des déterminants et des clefs algébriques, et entrevit l'importance de la théorie des groupes de substitutions. Mais il était réservé à un Français, GALOIS, de caractériser chaque équation algébrique par son groupe, de définir les sous-groupes invariants, de classer les groupes en simples et composés..., etc. Conceptions géniales qui, non seulement renouvelèrent l'algèbre, mais ouvrirent la voie aux recherches récentes sur la théorie des groupes qui devient de plus en plus importante.

Hermite, Joseph BERTRAND, puis M. Jordan, dans son traité des substitutions, approfondirent les idées de Galois.

Hermite résolut l'équation du 5e degré en employant la fonction modulaire : STURM découvrit un théorème célèbre sur le nombre des racines réelles d'une équation algébrique comprise entre deux nombres donnés. D'intéressants théorèmes sur les racines réelles des équations algébriques ont été donnés par LAGUERRE. Un *Traité d'Algèbre supérieure* a été publié par SERRET.

Dans le domaine des invariants et des covariants des formes algébriques, les premières découvertes ont été faites par le Français Hermite avec les Anglais Cayley et Sylvester. M. ANDOYER a publié un ouvrage sur cette théorie. Poincaré a introduit la notion des invariants arithmétiques.

✿ ✿ ✿

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — Sans remonter à l'invention du calcul infinitésimal, due à l'Anglais Newton et à l'Alle-

mand Leibnitz, nous trouvons encore au commencement de l'époque moderne les beaux travaux de Lagrange.

Deux théories d'une importance fondamentale dominent l'analyse mathématique de notre époque : d'une part la définition et l'étude des fonctions de variables complexes et de leurs intégrales, d'autre part la représentation des fonctions dites arbitraires, de variables réelles. Or, ces deux théories sont nées des travaux de deux géomètres français, de Cauchy pour la première, de FOURIER pour la seconde.

A. L'introduction des nombres complexes et de leur représentation sur un plan est due à ARGAND. C'est Cauchy qui a défini les fonctions analytiques et leurs intégrales, qui a donné les formules fondamentales, qui a créé la théorie des résidus et qui a établi les principes généraux de la représentation analytique des fonctions. Après lui, et suivant sa voie, PUISEUX étudia les fonctions algébriques, BRIOT et BOUQUET étudièrent les fonctions définies par certaines équations différentielles. De ces recherches est née la théorie actuelle des fonctions, qui a été étudiée en France par MÉRAY, Poincaré et par MM. Émile PICARD, APPELL, GOURSAT, PAINLEVÉ, HADAMARD, BOREL.

Nous devons citer en particulier le théorème de M. E. Picard, sur les valeurs exceptionnelles des fonctions entières, les recherches de M. Borel sur les séries divergentes et sur la croissance des fonctions, et celles de M. Hadamard sur la série de Taylor et son prolongement analytique. Les recherches de Laguerre et de Poincaré, sur le genre et les zéros des fonctions entières, ont été l'origine de travaux établissant des relations très précises entre la croissance de ces fonctions et la fréquence de leurs zéros. Les principaux de ces travaux sont dus à MM. Hadamard, Borel, BOUTROUX, DENJOY, VALIRON.

La théorie des fonctions elliptiques *in abstracto* a été créée par LIOUVILLE dans ses leçons au Collège de France, et par Hermite comme application des théorèmes généraux de Cauchy. La théorie des fonctions elliptiques a été

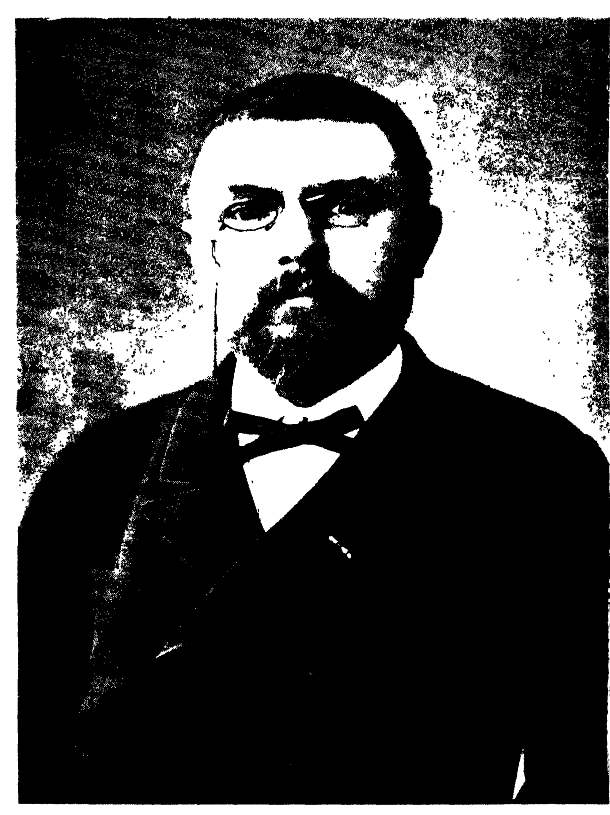
exposée dans les traités français de Briot et Bouquet, HALPHEN, TANNERY et MOLK, Appell et LACOUR, celle des fonctions algébriques et de leurs intégrales dans un ouvrage de MM. Appell et Goursat.

La théorie de Puiseux a été étendue par M. Émile Picard aux fonctions algébriques de plusieurs variables et exposée dans un ouvrage par MM. E. Picard et SIMART; la théorie des intégrales Abéliennes a été étendue par lui aux différentielles totales algébriques et à certaines intégrales multiples. Poincaré s'est également occupé des intégrales multiples dans le domaine complexe.

La *Collection de monographies sur la théorie des fonctions,* qui comprend plus de 20 volumes, dont 8 dus à son directeur M. Borel, est universellement citée comme la référence la plus autorisée dans les recherches récentes sur la théorie des fonctions; la collaboration d'éminents savants de divers pays, qui ont écrit pour cette collection des livres en langue française, est un témoignage rendu à la place prépondérante prise par la France dans ces études.

Les *fractions continues algébriques* ont été employées par Lagrange pour la représentation de certaines fonctions. Dans ce domaine, d'importants travaux ont été faits par Laguerre, par M. MONTESSUS DE BALLORE et par un mathématicien d'origine hollandaise, naturalisé français, STIELTJÈS. L'étude systématique des divers types de fractions continues qui peuvent représenter une même fonction a été faite par M. PADÉ.

Fonctions définies par des équations différentielles. — D'importantes recherches ont été consacrées aux fontions définies par les équations différentielles. D'abord Poincaré a donné les principes d'une étude d'une fonction réelle définie par une équation différentielle du premier ordre. Dans le domaine complexe il a construit les fonctions automorphes, il a créé leur théorie générale et il a montré comment ces fonctions se rattachent à l'intégration des équations différentielles linéaires à coefficients algébriques. POINCARÉ a ainsi fondé une théorie d'une importance capitale qui comprend, comme cas particulier, l'étude de la fonction



Cl. Gerschel.

HENRI POINCARÉ (1854-1912)

modulaire, faite d'abord par Hermite : des cas particuliers ont été étudiés par STOUFF. Ces recherches ont été étendues par M. Emile Picard à certaines fonctions de deux variables. On doit également à M. Émile Picard, l'intégration régulière d'une classe nouvelle d'équations linéaires, à savoir des équations dont les coefficients sont doublement périodiques et les intégrales uniformes. M. Painlevé a ouvert une voie entièrement nouvelle en étudiant les équations différentielles à points critiques fixes ; il a découvert de nouvelles transcendantes uniformes constituant les intégrales générales de ses équations ; ces recherches ont été poursuivies jusqu'ici uniquement par des géomètres français, MM. GARNIER, Boutroux, CHAZY, GAMBIER.

Calcul fonctionnel. On peut faire rentrer dans le calcul fonctionnel les recherches de M. E. Picard sur la théorie des approximations successives, celles de M. KOENIGS, et les recherches plus récentes de MM. FRÉCHET et LATTÈS.

Équations aux dérivées partielles. — Dans la théorie de l'intégration des équations aux dérivées partielles nous rencontrons, en premier lieu, le nom de Lagrange, puis les noms de CHARPIT, de Cauchy, et à l'époque actuelle, de M. DARBOUX (*solutions singulières, équations de second ordre*), de M. Goursat, de M. RIQUIER, de M. GAU et de M. GEVREY. Dans les équations de la physique mathématique, se présentent les noms de POISSON, Fourier, Cauchy, LAMÉ, STURM, Poincaré, de MM. Émile Picard, Darboux, HADAMARD, BOUSSINESQ et BOULIGAND. La théorie des équations aux dérivées partielles a été exposée dans des ouvrages de M. Goursat.

La théorie des groupes et les équations différentielles. — D'importants travaux français ont eu pour objet l'application de la notion de groupe de tranformation aux équations différentielles : d'une part, l'étude des invariants différentiels, des invariants des équations linéaires et d'autres types d'équations, ont fait l'objet des travaux d'HALPHEN, de Laguerre, de Poincaré, de MM. Appell et Painlevé. D'autre part, les théories de Galois ont été étendues aux équations différentielles linéaires par M. Émile Picard et par

M. Vessiot. Des conceptions très profondes de M. Drach ont permis de concevoir, sous un point de vue entièrement nouveau, l'irréductibilité des systèmes d'équations différentielles et d'équations aux dérivées partielles, ainsi que l'application de la théorie des groupes à ces systèmes. M. Cartan a publié d'importants mémoires sur la théorie des groupes.

B. *Fonctions de variables réelles.* — Le célèbre développement en série trigonométrique de Fourier, donne le premier exemple de la représentation analytique d'une fonction arbitraire. Ce développement a ouvert à l'analyse une voie entièrement nouvelle, d'une importance capitale en physique mathématique. Dans ces dernières années les propriétés de ces développements ont fait l'objet de travaux très pénétrants de M. Lebesgue.

Après Fourier, on a été conduit à des développements analogues, procédant, suivant d'autres fonctions, par exemple les développements en séries de polynomes de Legendre, de fonctions de Laplace et de Lamé. La convergence de ces séries a été étudiée par M. Darboux dans ses travaux sur les approximations des fonctions de grands nombres. Ces derniers développements, qui se rattachent à la théorie du potentiel, ont été étendus par Hermite, puis par son élève Didon, suivant une voie algébrique, à des fonctions et à des polynomes de plusieurs variables. La nature de ces fonctions a été caractérisée par M. Appell, qui les a rattachées, d'une part, aux fonctions hypergéométriques de plusieurs variables et, d'autre part, aux potentiels dans l'hyperespace. On doit citer également à propos de cette question la thèse de M. Kampé de Fériet.

Au domaine des fonctions réelles, se rattache la théorie des ensembles, dont M. Jordan a contribué à préciser les principes, dans son cours d'analyse. La nouvelle définition de la mesure des ensembles due à M. Borel, et devenue classique, joue un rôle capital dans l'analyse des variables réelles; la définition de l'intégrale, due à M. Lebesgue, est un instrument de découverte et de démonstration des plus précieux, dont les applications s'étendent chaque jour.

C. Il faut mentionner à part l'étude des développements généraux des fonctions en séries, particulièrement en séries de polynomes, dans lesquels l'analyse des variables complexes et celle des variables réelles se pénètrent mutuellement, et qui ont fait l'objet des travaux de MM. Painlevé, Borel, BAIRE, Lebesgue, MONTEL, FATOU.

Calcul des variations. — Le calcul des variations a été découvert par Lagrange; il vient d'être exposé, avec toute la rigueur qui résulte d'un siècle de travaux divers, dans un livre récent de M. Hadamard. On peut rattacher au calcul des variations, une branche nouvelle des mathématiques, le calcul fonctionnel, tel qu'il a été étudié par MM. Hadamard, FRÉCHET, Paul LÉVY.

Calcul des probabilités. — Nous devons citer les noms de PASCAL, de LAPLACE, de JOSEPH BERTRAND et les traités récents de MM. Borel, CARVALLO et BACHELIER.

❂ ❂ ❂

GÉOMÉTRIE. — 1° *Géométrie analytique et géométrie algébrique.* — La découverte de la géométrie analytique, qui a permis de soumettre au calcul les questions de géométrie, de cinématique et de mécanique, est due à un Français, René DESCARTES; PASCAL renouvela la théorie des sections coniques; PONCELET fut le créateur de la géométrie projective. CHASLES, continuateur de DESARGUES, créa une géométrie projective nouvelle, basée sur la considération du rapport anharmonique, de l'homographie et de l'involution. Les travaux d'Hermite, de Cayley et de SYLVESTER, sur les invariants et les covariants, donnèrent la raison profonde des propriétés projectives des courbes algébriques. L'étude des courbes algébriques, à l'aide de la représentation des coordonnées d'un de leurs points par des fonctions uniformes d'un paramètre, trouva son couronnement dans un célèbre théorème de POINCARÉ, d'après lequel les coordonnées d'un point d'une de ces courbes peuvent toujours s'exprimer par des fonctions automorphes d'un paramètre : cette représentation donna lieu à d'inté-

ressantes recherches de M. HUMBERT. La théorie des surfaces algébriques est entrée dans une voie nouvelle par les travaux de Poincaré et de M. Émile Picard, sur les intégrales multiples et les intégrales de différentielles totales algébriques et par les recherches de M. Humbert. A ces mêmes questions se rapportent les thèses de MM. TRAYNARD et RÉMY.

2° *Géométrie infinitésimale.* — La géométrie infinitésimale relève de la théorie des équations aux dérivées partielles, éclairée par des considérations de géométrie synthétique. Pour en trouver l'origine, il faut remonter aux études de Lagrange, sur le problème des cartes géographiques, et de MONGE, sur les lignes de courbure. Vers le milieu du siècle dernier Liouville, J. Bertrand, O. BONNET, SERRET, BOUR, RIBAUCOURT et M. Darboux ont efficacement contribué aux progrès de cette partie de la Science. La géométrie infinitésimale a pris en France un vif essor sous l'influence des leçons de M. Darboux, qui résumaient et étendaient largement les applications de la haute analyse à la géométrie.

Dans le problème des systèmes triples orthogonaux, le nom de Lamé doit occuper la première place; il faut y joindre les noms de BINET, Liouville, J. Bertrand, BOUQUET et de M. Darboux, qui a résumé, en un important ouvrage, ses recherches sur ce sujet. Les travaux et l'enseignement de M. Darboux ont produit, en France, une brillante école de géométrie infinitésimale, dans laquelle il faut citer MM. KOENIGS, Goursat, GUICHARD, COSSERAT, DRACH, CLAIRIN, ...

3° *Géométrie descriptive.* — MONGE avait créé, avant la Révolution, la géométrie descriptive, afin de substituer les constructions graphiques aux calculs antérieurement usités dans le tracé des fortifications. De ces méthodes fécondes, sont sorties la géométrie perspective et la statique graphique, due à un suisse, Kuhlmann, perfectionnée par les importantes publications de Maurice LÉVY.

4° *Nomographie.* — A ce même ordre d'idées se rattachent les méthodes de calculs graphiques qui ont pour point de

départ les travaux de l'ingénieur français LALANNE. Ces méthodes ont été développées systématiquement par un autre ingénieur français, M. D'OCAGNE, qui a donné des applications pratiques d'une grande utilité pour l'ingénieur.

✿ ✿ ✿

CINÉMATIQUE. — Déjà l'Italien GALILÉE donna le principe de la composition de deux mouvements, l'un vertical, l'autre horizontal. Descartes, ROBERVAL, MERSENNE et VARIGNON généralisèrent ce principe. Mais la cinématique, considérée comme le préliminaire indispensable de l'étude de la mécanique théorique ou appliquée, est due à AMPÈRE. Elle fut développée par CHASLES, PONCELET, de SAINT-VENANT ; CORIOLIS donna un théorème fondamental sur le mouvement relatif; POINSOT montra que le mouvement d'un corps solide autour d'un point fixe peut être obtenu par le roulement d'un cône sur un autre; Chasles, étudiant le mouvement général d'un corps solide, découvrit le déplacement hélicoïdal instantané et représenta le mouvement fini à l'aide de deux surfaces réglées ; MONGE et HACHETTE furent les premiers à essayer une classification des divers mécanismes. Tout récemment, la conception des chaînes cinématiques, créée par un Français, M. Kœnigs, donna le véritable point de vue sous lequel les mécanismes doivent être analysés. La cinématique des fluides a été exposée dans un ouvrage important de M. Hadamard, qui contient sur les discontinuités dans les mouvements des fluides des résultats nouveaux généralisant ceux de HUGONIOT.

✿ ✿ ✿

MÉCANIQUE. — 1° *Statique.* — C'est Lagrange qui a montré, le premier, comment le principe du travail virtuel ramène la statique à la géométrie et comment la solution de tous les problèmes d'équilibre s'en déduit par une méthode uniforme. La statique des fluides n'est qu'un cas particulier de la statique générale. Créée par Archi-

mède, elle a été perfectionnée par Galilée, Descartes et Pascal. La théorie des corps flottants a été portée à un haut degré de perfection par le Français DUPIN, et récemment développée par M. GUYOU. Les seules figures d'équilibre relatif d'une masse liquide homogène en rotation uniforme, sous l'action newtonnienne, rigoureusement déterminées jusqu'en 1887, étaient les ellipsoïdes ; dans un mémoire génial, Poincaré démontra qu'il existe une infinité discrète de figures d'équilibres, infiniment voisines des ellipsoïdes. Il indiqua le moyen de les déterminer par l'emploi des fonctions de Lamé ; il étudia la stabilité des diverses figures par la considération toute nouvelle des figures limites et des figures de bifurcation.

Pour les figures hétérogènes, il faut citer CLAIRAUT, puis à l'époque actuelle M. HAMY et M. VÉRONNET.

2° *Dynamique.* — Les principes de Newton créèrent vraiment la mécanique.

L'ouvrage le plus important, après celui de Newton, est le traité de dynamique de d'ALEMBERT. Ce géomètre montra que la mise en équation de tout problème de dynamique, peut se ramener à un problème de statique. Lagrange fonda sur ce principe son admirable mécanique analytique, dans laquelle il ramène toute la mécanique à une formule unique, dont il tire les équations du mouvement, sous une forme que l'on a cru longtemps absolument générale et qui n'est exacte que si les liaisons peuvent s'exprimer en termes finis. Lorsque certaines liaisons s'expriment par des relations différentielles non intégrables, les équations peuvent être mises sous une forme générale donnée par M. Appell, qui paraît présenter de l'intérêt dans l'explication mécanique des phénomènes physiques. Cette forme d'équations, dans le cas de liaisons non linéaires, a été étudiée par M. DELASSUS.

Le principe de la moindre action est dû au Français MAUPERTUIS ; le principe de l'action variable, à l'Anglais Hamilton, qui en a déduit les équations canoniques de la mécanique. Poincaré, dans son mémoire sur le problème des trois corps et dans ses leçons nouvelles de mécanique

céleste, a renouvelé les méthodes de la mécanique analytique et a introduit la notion féconde des invariants intégraux, qui se trouve en germe dans un théorème de Liouville, sur lequel est basé le principe essentiel de la mécanique statique, « extension en phase » de W. GIBBS.

Par ses recherches sur le pendule et le gyroscope, FOUCAULT a ouvert une voie nouvelle, dans laquelle ont été faits d'importants travaux.

Les théories de Poincaré sur les solutions périodiques et les solutions asymptotiques, dans le problème des trois corps, ont été appliquées à diverses questions de mécanique par MM. Hadamard et Kœnigs. Le problème du mouvement d'un corps solide suspendu par un point a donné lieu à d'importants travaux de Lagrange, Poinsot, HALPHEN, Darboux et, plus récemment, de M. HUSSON. Les principes d'une théorie mathématique de l'aéroplane ont été posés par M. Painlevé et étudiés dans les thèses de MM. DE BOTHÉZAT et DE GRAMONT DE GUICHE.

3° Les équations de l'hydrodynamique sont d'une application extrêmement difficile. L'un des progrès les plus importants qui ait été réalisé dans ce domaine, est la théorie des tourbillons, dont toutes les formules se trouvent dans un célèbre mémoire de Cauchy, présenté à l'Académie des sciences en 1815 et paru en 1827, avant les recherches de Helmholtz et de Lord Kelvin.

M. Boussinesq, en traitant, par approximation, les équations de l'hydrodynamique, dans certains cas particuliers, a réussi à résoudre, d'une manière satisfaisante, un grand nombre de problèmes de la pratique, (*théorie des eaux courantes, onde solitaire, théorie du déversoir, mouvement d'une sphère dans un fluide visqueux*, etc.). HUGONIOT a traité le premier la propagation des discontinuités d'ordre supérieur.

M. Boussinesq a publié un ouvrage sur les potentiels; il est le chef d'une école de physique mathématique dans laquelle nous citerons MM. MONTEIL, ROY, VILLAT, VERGNE. M. DUHEM a publié d'importants travaux sur la mécanique, la physique mathématique et l'histoire des Sciences. M. BLONDEL a étudié la théorie des marées dans un canal.

4° *Élasticité et résistance des matériaux.* — Par son mémoire de 1821, sur les lois de l'équilibre et du mouvement des corps solides, NAVIER créa la mécanique moléculaire que Cauchy, POISSON, Lamé, BARRÉ DE SAINT-VENANT, RESAL, Boussinesq contribuèrent à édifier en développant la théorie de l'élasticité, de la flexion et de la torsion. C'est également à Navier qu'est due la théorie de la résistance des matériaux, successivement perfectionnée par CLAPEYRON, BELLANGER, BRESSE, Maurice LÉVY.

Au point de vue mathématique, un des plus grands progrès de l'intégration des équations de l'élasticité est dû à MM. Eugène et François COSSERAT qui, en considérant les solutions comme fonctions du paramètre fondamental, rattachèrent la question à la théorie moderne des fonctions.

Dans le domaine de la physique mathématique et de la mécanique, un ensemble des plus importants est constitué par la publication des divers cours de POINCARÉ à la Sorbonne.

5° *Frottement.* — Il était connu, depuis les travaux de COULOMB, que les lois pratiques du frottement sont d'assez grossières approximations. C'est à un autre Français, M. Painlevé, que revient le mérite d'avoir montré que ces lois peuvent conduire à des impossibilités logiques. M. Painlevé a d'ailleurs donné du frottement une théorie générale par les méthodes de la mécanique analytique.

Nous laissons de côté les travaux relatifs à la *mécanique appliquée.*

Paul APPELL.

BIBLIOGRAPHIE

DESCARTES (1596-1650). — * *La Géométrie*, in-4°. Paris, Hermann, 1886.

ARGAND (1755-1803). — * *Essai sur une manière de représenter les quantités imaginaires dans les constructions géométriques*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1874.

LAGRANGE (1726-1813). — **Mécanique analytique*, 2 vol. in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1888-1889.

FOUCAULT (1819-1868). — **Recueil de travaux scientifiques*, 2 vol. in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1878.

LAMÉ. — **Leçons sur les fonctions inverses des transcendantes et les surfaces isothermes*, in-8°. Paris, Mallet-Bachelier, 1857.

PONCELET. — **Applications d'analyse et de géométrie*, 2 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1862-1864.

CHASLES. — **Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en géométrie*, in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1889.

E. GALOIS. — **Manuscrits d'E. Galois*, publiés par J. Tannery, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1908.

HERMITE. — **Œuvres*, publiées par Émile Picard, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1903.

BRIOT. — **Théorie des fonctions abéliennes*, in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1879.

BRIOT et BOUQUET. — **Théorie des fonctions elliptiques*, in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1875.

DARBOUX. — **Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications géométriques du calcul infinitésimal*, 4 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1887-1896.

— **Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1910.

BERTRAND. — **Calcul des probabilités*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1907.

JORDAN. — **Cours d'analyse de l'École polytechnique*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1909.

TISSERAND. — **Traité de mécanique céleste*, 4 vol. in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1889-1896.

Henri POINCARÉ. — **Calcul des probabilités*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1912.

— **Figures d'équilibre d'une masse fluide*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1902.

— **Les Méthodes nouvelles de la mécanique céleste*, 3 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1892-1899.

HALPHEN. — **Traité des fonctions elliptiques et de leurs applications*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1886.

TANNERY (J.) et MOLK. — **Éléments de la théorie des fonctions elliptiques*, 2 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1893-1896.

Emile PICARD. — * *Traité d'analyse*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1901.

PICARD et SIMART. — * *Théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes*, 2 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1897-1906.

APPELL et GOURSAT. — * *Théorie des fonctions algébriques et de leurs intégrales*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1895.

APPELL et LACOUR. — * *Principes de la théorie des fonctions elliptiques et applications*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1897.

APPELL. — *Traité de mécanique rationnelle*, 3 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1909.

ROBIN. — * *Œuvres scientifiques*, publiées par L. Raffy, 3 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1899-1903.

KŒNIGS. — * *Leçons de cinématique professées à la Sorbonne*, in-8°. Paris, Hermann, 1897.

— * *Introduction à une théorie nouvelle des mécanismes*, in-8°. Paris, Hermann, 1905.

HADAMARD. — *Leçons sur la propagation des ondes et les équations de l'hydrodynamique*, in-8°. Paris, Hermann, 1903.

— * *Leçons sur le calcul des variations*. Tome I, in-8°. Paris, Hermann, 1910.

GOURSAT. — * *Cours d'analyse*, 3 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1910-1914.

PAINLEVÉ. — * *Leçons sur la théorie analytique des équations différentielles*, in-4°. Paris, Hermann, 1897.

— *Leçons sur le frottement*, in-4°. Paris, Hermann, 1895.

PAINLEVÉ, BOREL et MAURAIN. — *L'Aviation*, in-16. Paris, Alcan, 1913.

HADAMARD. — * *La Série de Taylor et son prolongement analytique*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1901.

HUMBERT. — * *Cours d'analyse professé à l'École polytechnique*, 2 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1903-1904.

BOREL. — * *Leçons sur la théorie des fonctions*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1914.

— * *Leçons sur les fonctions de variables réelles et développement en série de polynomes*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1905.

— * *Leçons sur la théorie de la croissance*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1910.

R. BAIRE. — **Leçons sur les théories générales de l'analyse*, 2 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1907-1908.

LEBESGUE. — **Leçons sur la recherche et l'intégration des fonctions primitives*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1904.

✿ ✿ ✿

Jules DRACH. — **Essai sur une théorie générale de l'intégration et sur la classification des transcendantes*, in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1898.

FAYET. — **Recherches concernant les excentricités des comètes*, in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1906.

Jean CHAZY. — **Sur les équations différentielles du troisième ordre et d'ordre supérieur dont l'intégrale générale a ses points critiques fixes*, in-4°. Uppsala, 1910.

CHATELET. — **Sur certains ensembles de tableaux et leur application à la théorie des nombres*, in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1911.

GARNIER. — **Sur des équations différentielles du troisième ordre dont l'intégrale générale est uniforme et sur une classe d'équations nouvelles d'ordre supérieur dont l'intégrale générale a ses points critiques fixes*, in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1911.

COTTY. — **Les Fonctions abéliennes et la théorie des nombres*, in-4°. Toulouse, Privat, 1912.

VALIRON (G.). — **Sur les fonctions entières d'ordre nul et d'ordre fini et en particulier les fonctions à correspondance régulière*, in-4°. Toulouse, Privat, 1914.

✿ ✿ ✿

**Journal de l'École Polytechnique*, 82 vol. in-4° parus depuis 1795. Paris, Gauthier-Villars.

**Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 78 vol. in-4° parus depuis 1836. Paris, Gauthier-Villars,

**Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, 49 vol. in-4° parus depuis 1864. Paris, Gauthier-Villars.

Les ouvrages marqués d'un astérisque sont ceux qui figurent, en totalité ou en partie, dans la Bibliothèque de la Science française, à l'Exposition de San Francisco.

L'ASTRONOMIE

DANS cet exposé des progrès de l'astronomie réalisés en France, nous nous proposons d'indiquer seulement les découvertes ou travaux qui ont été les points de départ de recherches ultérieures et ceux qui, dans ces recherches, ont marqué des étapes essentielles. Nous passerons nécessairement sous silence une masse très considérable d'œuvres très importantes sans lesquelles, le plus souvent, les travaux marquant les progrès les plus saillants n'auraient pas été possibles. Nous suivrons d'une manière générale, pour l'ensemble de la science, l'ordre chronologique qui, en raison de notre limitation aux œuvres principales, ne prêtera pas à confusion. Nous ne remonterons pas plus haut que le milieu du XVIIe siècle et notre exposé sera en une large mesure l'histoire des progrès astronomiques dus à l'influence de l'Académie des sciences dont la fondation, en 1666, a coïncidé sensiblement avec celle de l'Observatoire de Paris.

PREMIÈRE PARTIE. — XVIIe SIÈCLE.

Il est d'un haut intérêt de lire, dans l'ouvrage de M. Charles WOLF sur l'*Histoire de l'Observatoire de Paris de sa fondation à 1793*, les pages consacrées à cette fondation. L'Académie des sciences, créée en 1666, avait été installée dans des bâtiments de la rue Vivien appartenant à l'un des fils de Colbert qui les louait au roi pour le prix de 3 000 livres. On y transporta la bibliothèque du roi et le cabinet des curiosités établis précédemment à Fontainebleau, puis rue de la Harpe. Les seize académiciens et leurs cinq aides y

tinrent séance deux fois par semaine jusqu'en 1699. Parmi eux, les astronomes furent, de 1666 à 1681 : l'abbé PICARD, AUZOUT, BUOT, HUYGHENS, et, à partir de 1669, Jean-Dominique CASSINI. Ils observaient à l'Académie et aussi dans les galeries et les jardins du Louvre ; mais les deux emplacements se prêtaient mal aux observations. Dès 1665, Auzout s'était fait, auprès du roi, l'interprète des doléances des astronomes : « Il y va, Sire, de la gloire de Vostre Majesté et de la réputation de la France, et c'est ce qui nous fait espérer qu'elle ordonnera quelque lieu pour faire, à l'avenir, toutes sortes d'observations célestes et qu'elle le fera garnir de tous les instruments nécessaires pour cet effet. »

Colbert accueillit avec empressement la proposition d'Auzout. Dès le 7 mars 1667, les terrains du nouvel Observatoire furent achetés pour 6 604 livres tournois ; en 1668, ces terrains furent clos de murs. La méridienne avait été déterminée le 21 juin 1667 au moyen de sextants à pinnules par les astronomes de l'Académie : MM. Auzout, FRÉNICLE, Picard, Buot et RICHER. Les dépenses de construction montèrent à environ 714 000 livres. La méridienne encore tracée en cuivre sur le dallage de la galerie du deuxième étage ne fut établie qu'en 1729. Pendant longtemps, l'Observatoire n'eut pas de directeur. Un des académiciens, avec le titre de « concierge » de l'Observatoire, était chargé des dépenses d'entretien de l'établissement et de la garde des instruments et machines. Cette fonction fut remplie successivement par D. COUPLET, en 1722 par son fils Pierre COUPLET DES TARTREAUX, en 1744 par J.-D. MARALDI, en 1783 par MÉCHAIN. C'est en 1771 seulement que CASSINI DE THURY reçut du roi le titre de directeur.

La construction de l'Observatoire était à peine commencée qu'avaient lieu les premiers essais d'adaptation des lunettes aux cercles divisés. Dès 1669-70, dans sa « Mesure de la Terre », Picard fit usage d'un quart de cercle de 38 pouces de rayon, où les alidades étaient remplacées par des lunettes. Il avait, à d'autres instruments, des lunettes de 5, 14 et 18 pieds. Les verres étaient taillés soit par les académiciens eux-mêmes, comme Huyghens, Auzout, BOREL,

soit par des artistes spéciaux : en France, PASQUIER, LE BAS, HARTSOEKER. Le Bas « le plus habile homme d'Europe pour les lunettes d'approche » était logé aux galeries du Louvre. On installa des quarts de cercle dans le méridien ; on établit aussi un azimutal donnant les azimuts et les hauteurs et susceptible de s'incliner de façon que l'un des cercles devînt l'équinoxial (équateur céleste), l'autre donnant les méridiens célestes ; une machine parallactique, décrite en détail dans une note de J.-D. Cassini conservée aux archives de l'Observatoire, était un véritable équatorial qui servait à Cassini : 1° pour trouver les astres invisibles à l'œil nu ; 2° pour vérifier par les étoiles équatoriales le parallélisme du fil au mouvement diurne ; 3° pour déterminer, lunette immobile, la différence d'ascension droite de deux astres ayant à peu près la même déclinaison ; 4° pour suivre le mouvement diurne par un mouvement d'horlogerie.

Picard et Cassini avaient demandé, en 1682, un instrument comprenant 4 lunettes de 15 pieds de long pour fixer l'une à la plus grande élévation de la Polaire, une seconde à la plus petite, les deux autres aux plus grandes digressions et deux micromètres pour adapter à ces lunettes et étudier les variations qui, dans le cours d'une année, éloignaient ou rapprochaient la Polaire du pôle du Ciel d'environ 20″. La mort de Picard, en octobre de la même année, ne lui laissa pas le temps de construire cet instrument ; ce n'est que vers 1727 que Bradley, par une étude de γ du Dragon, trouva l'aberration ; en 1748, il annonça la nutation.

En même temps, Colbert s'efforçait de doter l'Observatoire des plus grandes lunettes que l'on pût construire. Cassini avait apporté de Rome un excellent objectif de Campani de 17 pieds ; Colbert en fit venir deux de 36 à 37 pieds du même opticien et de Eustachio de Divinis. Pendant ce temps, Le Bas en faisait un de 60 pieds et un de 20 pieds. Il se produisit entre Italiens et Français, pour la fabrication des verres et pour leur taille, une belle émulation. Les lunettes de 30 à 35 pieds avaient 3 à 4 pouces d'ouverture, l'oculaire 3 pouces de foyer, d'où un grossissement de 120

à 140. Une lunette de 150 pieds avait 8 pouces d'ouverture, grossissement 600. Un tube de 70 pieds de long avait la forme d'un prisme triangulaire dont chaque face ressemblait à une échelle.

On songeait aussi à utiliser la réflexion des rayons sur un miroir plan. Dès 1682, un sieur BOFFAT, de Toulouse, décrivait un sidérostat polaire (1). Avant 1699, Cl. PERRAULT proposait le sidérostat horizontal (2); mais il fallut attendre FOUCAULT pour être en possession d'un miroir plan. Le « Journal des Sçavans » que nous venons de mentionner a été publié de 1665 à 1792, puis de 1816 à 1835; une troisième série a commencé en 1836.

On employa aussi des objectifs à très longs foyers sans tuyaux. Pour avoir un support solide et de grande hauteur, on amena près de l'Observatoire, en 1688, une ancienne tour de Marly, en bois, qui avait 120 pieds de hauteur; cette tour y resta jusqu'au milieu du XVIIIe siècle.

C'est au moyen de ses objectifs à longs foyers que J. D. Cassini découvrit quatre satellites de Saturne : Japhet en 1671, Rhéa en 1672, Tethys et Dione en 1684 et que, avec le concours de Sébastien LECLERC et de Jean PATIGNY, il dessina les 60 planches de *l'Atlas de la Lune* (3) d'après lequel fut gravée la *Carte de la Lune* de 20 pouces de diamètre (1679) qui a gardé son nom.

Dès cette première période de l'Académie des sciences se manifeste la préoccupation d'obtenir des mesures précises de la Terre.

On sait que le hollandais Snellius, dans un ouvrage publié en 1617, a le premier donné la mesure d'un arc de méridien par triangulation; Auzout avait amené le micromètre à une grande perfection s'il n'en avait pas été le premier inventeur; Picard, né en 1620, appliqua les lunettes à la mesure des angles, et donna le plan suivi encore aujourd'hui d'un système d'observations permettant de

(1) « Journal des Sçavants », année 1682, p. 221.
(2) Voir machines et inventions approuvées par l'Académie, t. I.
(3) Archives de l'Observatoire, D. G., 40.

déterminer, à l'aide du pendule que venait d'inventer Huyghens, les lieux apparents de tous les astres par leurs passages au méridien. Son ouvrage le plus neuf et le plus brillant fut sa *Mesure de la Terre* (1671). L'arc de méridien mesuré par lui s'étendait de Sourdon, près d'Amiens, à Malvoisine au sud de Paris : il prit une base de Villejuif à Juvisy que l'on trouva de 5 663 toises; une base de vérification, à l'autre extrémité, était de 3902 toises. On sait que c'est le résultat de Picard qui a servi à Newton dans le calcul de la force qui retient la Lune dans son orbite, et lui a permis d'établir que cette force est la pesanteur elle-même. Pour conserver, en la rattachant à la nature, la toise du Châtelet qui a servi à Picard, on détermina en toises la longueur du pendule simple à seconde de temps moyen.

La seconde opération de Picard fut son voyage à Uranibourg. Parti en juillet 1671, il vérifia, en passant, le pied de Leyde et arriva à Copenhague le 24 août. Il y obtint une précieuse copie des observations de Tycho-Brahé et fit une triangulation pour déterminer la position de l'observatoire de Tycho-Brahé dont, à cette époque déjà, il n'existait plus que quelques restes de fondations. Picard avait la différence des latitudes de Paris à Uranibourg. Pour la longitude, il n'avait qu'une immersion du premier satellite de Jupiter. RŒMER et VILLIARD retournèrent à Uranibourg et en rapportèrent des observations plus concluantes. C'est en exposant ses mesures de la hauteur du pôle à Uranibourg que Picard signala les déplacements qu'il avait remarqués depuis une quinzaine d'années dans la position de la Polaire.

Les ouvrages les plus importants que nous ayons pu nous procurer concernant la fin du XVIIe siècle sont ceux d'Auzout (1) et de Picard (2).

Ces deux ouvrages sont réunis, avec d'autres, dans un

---

(1) AUZOUT, *Traité du micromètre* ou *manière exacte pour prendre le diamètre des planètes et la distance entre les petites étoiles* (1667).

(2) PICARD, *Mesure de la Terre* (1671).

volume intitulé : *Ouvrages mathématiques de* M. Picard. Le second, qui occupe les pages 1-60, est suivi du *Voyage à Uranibourg*, puis des observations astronomiques faites par Picard en divers endroits du royaume de France. On y trouve aussi des observations par Picard et DE LA HIRE, faites à Brest et Nantes en 1679, à Bayonne, Bordeaux, Royan en 1680, aux côtes septentrionales de France en 1681 ; puis par de La Hire en Provence et à Lyon ; d'autres pour la carte de France corrigée sur les observations de Picard et de La Hire ; un ouvrage de Picard sur la pratique des cadrans solaires ; enfin son traité du nivellement. On trouve aussi dans ce même volume l'ouvrage de RICHER : *Observations astronomiques et physiques faites en l'île de Cayenne* (1679) dans lequel l'auteur a signalé le raccourcissement du pendule à secondes de Paris à l'Équateur. A la fin du volume est un mémoire de Rœmer de 1680 : *De crassitie tuborum aquæductionum : experimenta projectionis Gravium*.

A la même période remonte la publication de la *Connaissance des Temps* : le premier volume, préparé par PICARD, est pour l'année 1679 ; il a été imprimé en 1678, dans le format in-12 ; depuis, la publication a été continuée sans interruption et, par améliorations successives, est devenue ce qu'elle est aujourd'hui. LALANDE, dans sa bibliographie astronomique, p. 288, donne les noms des astronomes qui en ont été successivement chargés jusqu'à la fin du XVIIIe siècle. A la page 312 il est exposé comment Picard y fut remplacé, en 1784, par LEFÈVRE, jusqu'alors tisserand de son état.

En 1693 fut publiée une *Revue d'observations faites en plusieurs voyages, par ordre de S.M. pour perfectionner l'astronomie et la géographie*, avec divers traités mathématiques, par MM. de l'Académie royale des sciences (in-folio, 12 ouvrages) dont plusieurs se trouvent dans le volume ci-dessus mentionné qui contient la *Mesure de la Terre* de PICARD.

C'est à Paris que fut écrit et imprimé le célèbre ouvrage de Christian Huyghens : *Horologium oscillatorium, sive de motu pendulorum ad horologia aptato demonstrationes geome-*

tricæ, in-folio 1673. C'est pendant son séjour à Paris, en 1676, que Römer, en discutant les observations des satellites de Jupiter découvrit que la lumière met 7 à 8 minutes à parcourir la distance du Soleil à la Terre. Ce n'est qu'en 1681 qu'il quitta Paris pour rentrer en Danemark où, en 1700, il inventa la lunette méridienne.

DEUXIÈME PARTIE.

XVIIIe SIÈCLE ET COMMENCEMENT DU XIXe.

Pour faciliter les rapprochements de dates, nous mentionnerons ici que l'Observatoire de Greenwich, fondé en 1674 par le roi Charles II, eut pour premiers directeurs Flamsteed (de 1676 à 1719), Halley (1720 à 1741), Bradley (1741 à 1762), Bliss (1762 à 1764), Maskelyne (1765 à 1811), Newton se place de 1643 à 1727; c'est probablement de 1684 à 1685 qu'il écrivit son immortel ouvrage *Philosophiæ naturalis principia mathematica*.

En France, le XVIIIe siècle fut surtout marqué, en astronomie, d'une part par la reprise des travaux relatifs à la mesure de la Terre, d'autre part par les recherches concernant l'application de la loi de Newton à la mécanique céleste.

La méridienne de Picard fut continuée par J.-D. Cassini. En 1683, la méridienne de Paris fut prolongée jusqu'à l'extrémité méridionale du Berry par J.-D. Cassini et cinq de ses élèves. Le travail interrompu par divers événements, fut repris sur l'ordre de Louvois en 1700 par J.-D. Cassini, accompagné de son fils, de Maraldi, Couplet le fils et CHAZELLES et poursuivi jusqu'aux Pyrénées en 1700 et 1701. Le détail des opérations est donné dans la première partie de l'ouvrage que Jacques CASSINI publia en 1720 dans les mémoires de l'Académie sous le titre : *De la grandeur et de la figure de la Terre*. La seconde partie est consacrée à la prolongation de l'arc de Picard jusqu'à Dunkerque, faite en 1718 par CASSINI II, Maraldi et DE LA HIRE le fils; elle avait été amorcée avec de petits instruments en 1683 par de La Hire le père. Au chapitre IV de cette seconde partie,

Cassini essaie de déduire des deux arcs mesurés par lui et de celui de Picard la forme du méridien. Sa conclusion est (p. 237) : « il paraît avec assez d'évidence que les degrés d'un méridien sont plus grands, plus ils sont près de l'équateur et diminuent au contraire à mesure qu'ils s'approchent du pôle ». C'est le contraire des résultats de Huyghens et Newton qui pensaient que la Terre était aplatie vers les pôles.

C'est en 1735 que fut approuvée, par Louis XV, l'idée émise par divers géomètres et par D'ANVILLE, premier géographe du roi, de déterminer la forme de la Terre par des mesures précises effectuées à l'équateur et le plus près possible des pôles. Deux commissions furent nommées cette année même par l'Académie, pour aller mesurer des arcs de méridien. L'une, comprenant GODIN, DE LA CONDAMINE, BOUGUER, J. DE JUSSIEU et Couplet, se rendit au Pérou; la seconde, composée de DE MAUPERTUIS, CLAIRAUT, CAMUS, LE MONNIER, OUTHIER et Celsius d'Upsal, se rendit en Laponie. Les résultats sont contenus dans les ouvrages de Maupertuis (1), Bouguer (2) et de La Condamine (3).

L'expédition de Bouguer et La Condamine dura sept années.

Dès 1739, CASSINI DE THURY, Maraldi et LA CAILLE furent chargés de reprendre les mesures de la méridienne de France. Presque toutes les observations furent faites par La Caille, et les résultats de son travail ont été publiés par Cassini de Thury (4).

La même année, une carte de France, en 180 feuilles in-folio, fut publiée par Maraldi et Cassini de Thury.

(1) MAUPERTUIS, *La figure de la Terre déterminée par les observations de MM. de Maupertuis, Clairut, Camus, Le Monnier et de M. l'abbé Outhier*, in-4°. Paris, 1738.

(2) BOUGUER, *La Figure de la Terre déterminée par les observations de MM. Bouguer et de La Condamine*, in-4°. 1749.

(3) DE LA CONDAMINE, *Journal du voyage fait par ordre du Roi à l'équateur. — Mesure des trois premiers degrés du méridien.* Paris, in-4°, 1751.

(4) *La méridienne de l'Observatoire de Paris vérifiée dans toute l'étendue du royaume par de nouvelles observations faites par Cassini, Maraldi et La Caille.* Paris, in-4°, 1744.

Après l'exécution de ces divers travaux, il ne resta aucun doute sur la forme de la Terre, un ellipsoïde aplati aux pôles. C'est en 1743 que Clairaut publia son célèbre ouvrage : *La figure de la Terre, tirée des principes de l'hydrostatique*, chef-d'œuvre d'élégance et de précision dans lequel, supposant que la Terre est une masse fluide dont les particules sont soumises à leur attraction mutuelle, il parvient à en trouver la forme et à donner une limite de l'aplatissement. L'accord était établi entre la théorie et les observations ; en fait, la géodésie était créée.

Pour ne pas avoir à revenir sur les travaux d'observation de La Caille, nous mentionnerons ses deux ouvrages : *Astronomiæ fundamenta novissimis Solis et stellarum observationibus stabilita*, recueil très rare et précieux qui contient un nouveau catalogue de 400 étoiles, et le *Cælum australe stelliferum*, ouvrage posthume, contenant les observations de 10 035 étoiles faites au cap de Bonne-Espérance, de 1750 à 1755, un catalogue de 1 942 étoiles principales et un planisphère mural. On sait quelle importance ont eu les observations de La Caille pour la connaissance du Ciel austral.

Nous mentionnerons aussi l'ouvrage de Bouguer intitulé : *Traité d'optique sur la gradation de la lumière*, ouvrage posthume publié par l'abbé de La Caille, et qui est fondamental en photométrie.

La *Théorie de la figure de la Terre*, de Clairaut, fut le premier d'une série d'ouvrages de ce géomètre, qui constitue un ensemble concernant la mécanique céleste. Au milieu de 1747, il présenta à l'Académie un *Mémoire sur le problème des trois corps avec application au mouvement de la Lune autour de la Terre;* en novembre de la même année, il lut sa *Théorie de la Lune* qui, augmentée de *Tables de la Lune*, fut couronnée, en 1752, par l'Académie de Saint-Pétersbourg, et dont, en 1765, il donna une seconde édition plus complète. En 1760, il publia sa *Théorie des mouvements des comètes, dans laquelle on a égard aux altérations que leurs orbites éprouvent par l'action des planètes, avec l'application de cette théorie à la comète qui a été observée dans les années 1531, 1607, 1682 et 1759*.

Ces deux ouvrages eurent un grand retentissement. A propos de ses études sur la Lune, Clairaut avait d'abord cru et annoncé que ses recherches ne donnaient pour le mouvement de l'apogée que la moitié de la vitesse qui résulte des observations et qu'ainsi elle infirmait la loi de Newton. Sur l'insistance de BUFFON, il reprit ses calculs, les poussa plus loin et reconnut son erreur. Les calculs faits sous la direction de Clairaut, concernant la comète de Halley, l'avaient conduit à annoncer à l'Académie, le 14 novembre 1758, que l'attraction de Jupiter et Saturne la retarderait de 611 jours et qu'elle passerait au périhélie vers le 13 août 1759. Les choses se passèrent ainsi, confirmant définitivement la découverte de Newton.

Trois autres grands noms français, parmi les fondateurs de la mécanique céleste, appartiennent au XVIIIe siècle et au commencement du XIXe siècle.

D'ALEMBERT, en 1749, dans ses *Recherches sur la précession des équinoxes et sur la nutation de l'axe de la Terre dans le système newtonien*, mit pour la première fois ce problème en équation et en donna une solution rigoureuse, par l'application de sa méthode générale pour la mise en équation des problèmes de dynamique, publiée en 1743. Il trouva la période de 26 000 ans et les dimensions de la petite ellipse de nutation décrite par le pôle terrestre. Il a ensuite publié (1754-1756) des *Recherches sur divers points importants du système du monde* et huit volumes d'*opuscules mathématiques concernant l'astronomie théorique*.

LAGRANGE, né à Turin en 1736, de parents dont les ancêtres avaient été français, passa en France la partie la plus glorieuse de sa vie. Ses écrits s'étendent aux branches les plus diverses des mathématiques. Ils ont été réunis sous le titre de *Œuvres de* LAGRANGE, par les soins de J.-A. SERRET et G. DARBOUX, en une magnifique publication, commencée en 1867, sous les auspices de notre ministre de l'Instruction publique et dont le treizième et dernier volume est daté de 1892. En mécanique céleste, il a d'abord remporté le prix offert par l'Académie des sciences de Paris au meilleur mémoire sur la *Libration de la Lune* (1764); puis un autre prix

pour son mémoire sur la *Théorie des satellites de Jupiter* (1766). Il créait la *Méthode de la variation des constantes arbitraires*, permettant de calculer les changements successifs des dimensions et des positions des orbites planétaires; elle lui donna l'invariabilité des grands axes; il montra aussi que l'on peut toujours éviter les arcs de cercle dans les formules qui représentent les perturbations. C'est en 1787, pendant que s'imprimait, avec le concours de LEGENDRE, sa *Mécanique analytique*, dont la première édition est datée de 1788, que Lagrange, qui avait été appelé à l'Académie de Berlin en 1766, quitta cette ville et vint à Paris siéger à l'Académie des sciences dont il était, depuis quinze ans, associé étranger. Il donna à la fin de sa vie une seconde édition de sa *Mécanique analytique*, son plus remarquable ouvrage, fondé sur le calcul des variations, dont il avait jeté la base dès 1760, dans son *Essai des nouvelles méthodes pour déterminer les maxima et les minima des formules intégrales indéfinies*. Il mourut à Paris, le 10 avril 1815, comblé de dignités et d'honneurs. DELAMBRE, dans la notice qu'il lui a consacrée, dit : « Il comptait se parer de ces titres au frontispice de l'ouvrage qu'il faisait imprimer, pour montrer à l'univers à quel point les savants étaient honorés en France. »

La période de développement de la mécanique céleste sur la base analytique marquée par les travaux de Clairaut, d'Alembert, Lagrange, arriva à son point culminant avec LAPLACE qui, de 1799 à 1825, composa et publia son *Traité de Mécanique céleste*. Les cinq volumes qui le composent constituent un ensemble complet concernant les mouvements, la forme et la constitution des corps célestes. L'ouvrage est trop célèbre pour qu'il nous appartienne d'en apprécier la portée. Le passage suivant du livre de J. BERTRAND, *l'Académie des sciences et les Académiciens*, s'applique à l'œuvre entière de Laplace, particulièrement à la *mécanique céleste* et à la *théorie analytique des probabilités*. « L'œuvre de Laplace, comme géomètre, est immense : il a touché aux questions les plus difficiles et saisi fortement, pour les soumettre à l'analyse, les phénomènes et les questions en apparence les plus rebelles. Le caractère

de son talent n'est pas la perfection, et c'est par là qu'il est inférieur à Lagrange, mais il déploie souvent, pour atteindre son but, une puissance sans égale. Quand un problème est posé, il lui faut la solution, dût-il l'arracher avec ses ongles ou même avec ses dents ».

Les *Œuvres complètes de* LAPLACE ont été publiées de 1878 à 1912, sous les auspices de l'Académie des sciences, par les secrétaires perpétuels; elles forment quatorze volumes, dont les cinq premiers consacrés au *Traité de mécanique céleste*. Le sixième contient l'ouvrage intitulé : *Exposition du système du monde*, dans lequel Lagrange a exposé sa théorie de la formation de l'Univers qui a été, depuis, le point de départ de toutes les recherches cosmogoniques, La sixième édition est de 1835 ; la première était de 1796. La *Mécanique céleste*, le *Système du Monde* et la *Théorie analytique des probabilités* avaient été réédités en 1843. Une traduction de la *Mécanique céleste*, en langue anglaise, a été publiée à Boston, de 1829 à 1839, par Bowditch, avec des commentaires de grande valeur.

Après Lagrange et Laplace, et pendant la première moitié du XIXe siècle, leurs travaux furent le point de départ de recherches dans lesquelles se sont illustrés divers géomètres; nous nous bornerons à citer : POISSON qui, en 1808, démontra que l'invariabilité des grands axes des orbites planétaires est encore vraie quand on tient compte, dans le calcul des perturbations, des termes du second ordre par rapport aux masses; Delambre, qui avait construit, dès 1792, des *Tables des satellites de Jupiter*, en déterminant, par 1 500 éclipses, les constantes des formules de Laplace; DAMOISEAU, qui a formé des *Tables lunaires* publiées, de 1824 à 1828, par le Bureau des longitudes, et, en 1834, des *Tables écliptiques des satellites de Jupiter;* CAUCHY, dont l'œuvre mathématique est immense et qui, à diverses reprises, est revenu à la mécanique céleste; son mémoire de 1831 sur le *Calcul des limites* contient de nouvelles méthodes permettant de rendre plus rigoureuses celles de la mécanique céleste; en 1840 et 1842, il donne des méthodes toutes nouvelles, propres à en abréger les



LAPLACE (1749-1827)

calculs. Les travaux de Cauchy ont suggéré, en astronomie comme en analyse, de nombreux travaux ultérieurs. Ses *Œuvres*, publiées depuis 1882, sous la direction scientifique de l'Académie des sciences et sous les auspices du ministre de l'Instruction publique, formeront vingt-sept volumes, dont vingt-deux sont actuellement imprimés.

Avant d'arriver aux travaux accomplis en France pendant la seconde partie du XIXe siècle, nous jetterons un coup d'œil rapide en arrière sur certains faits, certaines entreprises et certaines œuvres, dont, pour ne pas interrompre notre exposé, nous n'avons pu nous occuper encore.

Le 6 octobre 1793, CASSINI IV (Jacques-Dominique), qui avait succédé à son père, Cassini de Thury, comme directeur de l'Observatoire, quitta cet établissement. Le 17 mai 1795, LALANDE fut nommé directeur. Le 25 juin de la même année, fut institué le Bureau des longitudes. L'Académie des sciences avait été supprimée avec les autres académies, le 8 août 1793; l'Institut national fut installé le 6 décembre 1795.

C'est en 1806 que fut publié l'ouvrage de Delambre et MÉCHAIN intitulé « *Base du système métrique* ». Dès le 8 mai 1790, l'Assemblée Constituante avait décrété l'établissement d'un nouveau système de mesures fondé sur la grandeur du méridien terrestre. Delambre et Méchain furent chargés de mesurer la longueur et l'amplitude de l'arc de méridien compris entre les parallèles de Dunkerque et Barcelone. Ils effectuèrent les opérations à partir du 25 juin 1792, au milieu des plus grandes difficultés résultant des événements politiques et ne les terminèrent qu'en 1798. Ce travail mémorable a été la véritable origine de la géodésie moderne. C'est le détail de ces mesures qui est donné dans la *Base du système métrique*.

Dans la même période, d'importants progrès furent faits en vue des calculs numériques. Dès 1783, CALLET avait publié, chez Firmin Didot, des *Tables portatives de logarithmes*. Ces tables, rééditées en 1795, furent stéréotypées. Elles ont rendu de grands services, ayant été, pendant

plusieurs générations, les seules donnant, sous une forme commode, les lignes trigonométriques des arcs de 10 en 10 secondes. C'est en 1792 que furent publiées à Londres, par Michael Taylor, des tables de seconde en seconde. Mais la plus grande entreprise qui ait été faite est celle des *Tables du Cadastre*, calculées sous la direction de DE PRONY, qui était à la tête du Bureau du cadastre. Elles procèdent par dix-millième du quart de cercle, intervalle qui correspond grossièrement à 30″ sexagésimales. Elles donnent les logarithmes des lignes trigonométriques avec quatorze décimales, mais n'assurent que l'exactitude de la douzième. Elles n'ont pas été imprimées et il en existe deux manuscrits : l'un à l'Observatoire de Paris, l'autre à la bibliothèque de l'Institut; ne pouvant déplacer les Tables elles-mêmes, nous présentons un spécimen photographique du titre de l'introduction, d'une feuille des log. Sinus et d'une feuille des log. tang.

Dans le même ordre d'idées, et pour n'y pas revenir, nous mentionnerons les *Nouvelles Tables Trigonométriques fondamentales* (Logarithmes), calculées par M. ANDOYER et publiées sous les auspices de l'Université de Paris. Ces tables, parues en 1911, contiennent les logarithmes des lignes trigonométriques de centième en centième du quadrant avec dix-sept décimales, de neuf en neuf minutes avec quinze, de dix en dix secondes avec quatorze. Pour augmenter la précision, M. Andoyer a conservé le dernier chiffre tel quel, quand le suivant était 0, 1, 2; il l'a augmenté de 1 quand le chiffre suivant était 8, 9; il a inscrit le signe + à droite du logarithme dans les autres cas.

Le SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE a publié, en 1891, des tables de logarithmes à huit décimales dans le système de la division centésimale du quadrant.

Nous nous arrêterons aussi quelque peu aux progrès faits par l'histoire de l'Astronomie.

Dès 1758, MONTUCLA (Jean-Etienne) publia à Lyon, en deux volumes in-4°, une *Histoire des mathématiques*, dans laquelle l'histoire de l'astronomie se trouve fort au long. Une seconde édition fut préparée par l'auteur et parut l'année même de sa mort, en 1799; elle fut continuée et étendue

au XVIII[e] siècle par Jérome de Lalande, qui donna en 1802 les tomes III et IV. Ce dernier volume contient l'histoire de l'astronomie et de la navigation jusqu'en 1802.

BAILLY (Jean-Sylvain), élève et ami de Clairaut, membre de l'Académie des sciences, de l'Académie française, de l'Académie des inscriptions et belles-lettres, astronome de grande valeur, demeura plus connu par son rôle comme maire de Paris et sa fin tragique; il donna plusieurs ouvrages importants sur l'histoire de l'astronomie (1) :

En 1783-1784, l'astronome PINGRÉ publia sa *Cométographie* ou *Traité historique et théorique des comètes*, qui fait encore autorité. Le même auteur a laissé, sous le titre : *Annales célestes du XVII[e] siècle*, un ouvrage posthume qui a été publié en 1901, par M. BIGOURDAN.

Joseph-Jérôme LE FRANÇAIS DE LALANDE, un des astronomes les plus actifs qui se soient rencontrés, outre les deux volumes dont il a fait suivre l'ouvrage de Montucla, a donné en 1803 une *Bibliographie astronomique*, commençant au *Traité de la Sphère*, d'Empédocle, (vers 480 avant l'ère vulgaire) et s'arrêtant à 1803. Cet ouvrage est suivi d'une *Histoire abrégée de l'Astronomie, depuis 1781 jusqu'à 1802*. Il fut imprimé aux frais du gouvernement.

Antérieurement, en 1801, avait été imprimée, dans les mêmes conditions, son *Histoire céleste française*, contenant les observations faites par plusieurs astronomes français. Ces astronomes ont été : LEPAUTE D'AGELET et surtout Michel Jean-Jérôme LE FRANÇAIS DE LALANDE, neveu de Joseph-Jérôme. L'ouvrage contient 50 000 étoiles. Joseph-Jérôme de Lalande n'a pas été seulement l'éditeur, il a formé et dirigé l'observateur, créé tous les moyens. Dans l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert, les articles d'astronomie ont été écrits par Lalande.

Une œuvre considérable, dans la même période, a été

(1) *Histoire de l'Astronomie ancienne, depuis son origine jusqu'à l'établissement de l'École d'Alexandrie*, 1 vol. in-4°, 1775. — *Histoire de l'Astronomie moderne, depuis l'établissement de l'École d'Alexandrie jusqu'à 1783*, 3 vol. in-4°, 1779-1782. — *Traité de l'Astronomie indienne et orientale*, 1 vol. in-4°, 1787.

l'*Histoire de l'Astronomie* (1) de Delambre qui fut, avec BOUVARD, un collaborateur de Laplace dans l'élaboration des calculs de la *mécanique céleste*.

Depuis cette époque, l'accroissement de nos connaissances dans l'histoire de l'astronomie ancienne est dû assurément à l'introduction d'une critique plus rigoureuse ; mais, en outre, les découvertes faites en Égypte, en Perse, en Chaldée, ont apporté une foule de documents nouveaux. Il nous suffira de rappeler que c'est à un Français, CHAMPOLLION, qu'est due la première lecture des hiéroglyphes. Parmi les travaux les plus importants concernant l'histoire de l'astronomie depuis cette date, nous citerons ceux de Paul TANNERY (2) et de M. DUHEM (3).

TROISIÈME PARTIE. — PÉRIODE CONTEMPORAINE

Dans les deux derniers tiers du XIXe siècle, les progrès de l'astronomie en France ont été considérables ; nous les envisagerons aux points de vue suivants : mécanique céleste, géodésie, développement des observatoires, astrophysique, astrophotographie.

Le mouvement de la planète Uranus, depuis sa découverte par Herschel en 1781, offrait des perturbations sensibles que n'expliquaient pas suffisamment l'action de Jupiter et celle de Saturne. On se demandait s'il existait une autre planète produisant ces perturbations. On sait

(1) *L'Histoire de l'Astronomie* de Delambre comprend : *Astronomie ancienne*, 2 vol. in-4°. Paris, 1817. — *Astronomie du moyen âge*, 1 vol. in-4°. Paris, 1897. — *Astronomie moderne* (depuis la réforme du calendrier jusqu'à la fin du XVIIe siècle), 2 vol. in-4°. Paris, 1821. — *Astronomie du XVIIIe siècle*, 1 vol. in-4°.

(2) Paul TANNERY. *Recherches sur l'Histoire de l'Astronomie ancienne*, in-8°. Paris, 1893. — *Mémoires scientifiques publiés par* HEYBERG *et* ZEUTHEN. Paris-Toulouse. L'ouvrage formera au moins 9 volumes ; deux ont été publiés en 1912.

(3) DUHEM. *Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée*, in-8°. Paris, 1908. — *Le système du monde : histoire des théories cosmologiques de Platon à Copernic*, in-8°. Paris. L'ouvrage complet aura 10 volumes ; les deux premiers sont publiés depuis 1913.

que LE VERRIER (1), en 1846, annonça qu'il en devait être ainsi et donna la position de la planète nouvelle avec une précision telle qu'elle fut trouvée dès le premier soir par l'astronome Galle, qui disposait des cartes nécessaires à une telle recherche.

Nous devons rappeler que l'illustre astronome Adams avait fait, en même temps que Le Verrier, un travail semblable qui ne fut rendu public qu'après la découverte de la planète nouvelle, laquelle a reçu définitivement le nom de Neptune.

La découverte de Neptune avait été faite par Le Verrier alors que l'Observatoire était dirigé par Arago au nom du Bureau des longitudes. Il est impossible de passer ici sous silence le nom de celui à qui sont dues en physique tant et de si importantes découvertes. En astronomie il a prouvé que l'enveloppe externe du soleil est gazeuse, la lumière qu'elle émet n'étant pas polarisée.

En 1860, DELAUNAY, contemporain et émule de Le Verrier, publiait dans les *Mémoires de l'Académie des sciences*, tome XXIX, sa célèbre *Théorie de la Lune*, fondée sur un principe nouveau.

La *Théorie de la Lune* coûta à Delaunay trente années de travail. Le Verrier, après son éclatant succès concernant la découverte de Neptune, se proposa de reprendre l'œuvre de Laplace et d'édifier, avec toute la précision que comportaient les observations modernes et le long intervalle de temps écoulé depuis Bradley, la théorie des mouvements du Soleil et des planètes. C'est dans les *Annales de l'Observatoire* que Le Verrier, directeur de cet établissement, publia cette œuvre immense, fruit d'un travail prodigieux.

Dans cette même période, SOUILLART, professeur à la Faculté des sciences de Lille, donna une *Théorie analytique des mouvements des satellites de Jupiter*, dont la première

(1) LE VERRIER. *Sur la planète qui produit les anomalies observées dans le mouvement d'Uranus.* (Paris, *Comptes rendus*, t. XXIII, p. 428). — *Comparaison des observations de la nouvelle planète avec la théorie déduite des observations d'Uranus* (*Ibid.*, p. 741). — *Recherches sur les mouvements de la planète Herschel.* (Paris, *Conn. des temps pour 1849*, p. 1 à 234).

partie a été publiée en 1880 dans les Mémoires de la *Royal astronomical Society* et la seconde, que nous présentons ici, en 1889, au tome XXX des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des sciences.*

Ces travaux n'épuisent pas la part de la France dans les progrès de la mécanique céleste au XIX[e] siècle. F. TISSERAND, l'un des successeurs de Le Verrier à l'Observatoire, publia, de 1891 à 1894, un *Traité de mécanique céleste,* à la rédaction duquel l'avaient préparé, d'une part, son enseignement à Toulouse et à la Sorbonne, et, d'autre part, ses nombreuses recherches sur divers points particuliers. L'œuvre la plus importante qui ait été écrite depuis Lagrange et Laplace, est celle de Henri POINCARÉ à qui son génie mathématique hors de pair a permis de scruter les bases mêmes de la science, et d'apprécier la portée exacte des méthodes d'approximation employées jusqu'à lui. Son ouvrage : *Méthodes nouvelles de la mécanique céleste* a entièrement renouvelé les fondements de la science et demeurera longtemps le point de départ des recherches ultérieures. Il l'a fait suivre de deux autres volumes sous le titre : *Leçons de mécanique céleste* (1907-1909), dans lequel il a commencé lui-même l'application de ses principes et, en 1911, de *Leçons sur les hypothèses cosmogoniques.*

On sait quel profond philosophe était H. Poincaré. Ses deux volumes publiés en 1908 : *La Science et l'Hypothèse* et *La valeur de la Science,* ont eu un grand retentissement.

Dans ces quinze dernières années, GAILLOT, qui fut le collaborateur de Le Verrier à l'Observatoire de Paris, a repris, comme il l'avait promis à son illustre maître à son lit de mort, les théories des quatre planètes principales dans lesquelles certains écarts se manifestaient par rapport aux observations, écarts dus à ce que certains termes du 3[e] ordre par rapport aux masses, négligés par Le Verrier, devenaient sensibles. L'œuvre de Gaillot, qui a rétabli entièrement la concordance entre la théorie de ces planètes, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune et les observations, est publiée dans les tomes XXIV, XXVIII, XXXI des *Annales de l'Observatoire de Paris.*

En ce qui concerne les travaux géodésiques, la France, qui avait donné, dès le XVIIe siècle, l'élan à l'Europe en inaugurant l'ère des grandes opérations géodésiques, a poursuivi l'œuvre ainsi tracée par les Picard, Bouguer, La Caille, Laplace, Legendre, Delambre, PUISSANT, etc., qui, sous les auspices de l'Académie des sciences, entreprirent ces grands travaux théoriques et pratiques auxquels le monde rend justice.

La méridienne de France, de Delambre et Méchain, dont les résultats servirent à l'adoption de notre mètre, et, avec lui, de tout notre système métrique, fut la base de la grande entreprise de la carte de France au 80 000e exécutée par les officiers d'état-major de l'armée. De 1818 à 1853, le territoire fut couvert d'un réseau géodésique s'appuyant sur de grandes chaînes méridiennes et parallèles, dont les vérifications furent assurées par les mesures de sept bases. Des observations astronomiques de longitudes, latitudes et azimuths, en onze stations, complétaient cet ensemble. L'historique et le compte rendu de ces travaux sont contenus dans les tomes I à IX du *Mémorial du Dépôt de la Guerre*.

Une refonte générale de cette vaste opération a été entreprise par suite des progrès de la science, tant au point de vue théorique qu'instrumental. La possibilité de prolonger la méridienne de France fut établie d'une part, en 1861, par la jonction trigonométrique de la France et de l'Angleterre (1) d'autre part, par la grande opération de la jonction hispano-algérienne, au-dessus de la Méditerranée, en 1879, effectuée par PERRIER, BASSOT, DEFFORGES (2). La mesure de la nouvelle méridienne de France fut exécutée de 1870 à 1892, son prolongement en Algérie, d'Alger à Laghouat, en 1887-1888. portant l'amplitude de cet arc, en y comprenant les chaînes anglaises et espagnoles, à 27° 2'. La nouvelle méridienne de France s'appuie sur trois bases, et comporte dans son réseau le rattachement des bases de l'ancienne méridienne ; dix stations astronomiques sont échelonnées le long de la

(1) *Mémorial*, tome IX, supplément.
(2) Cf. *Mémorial*, tome XII.

chaîne, réparties à 1° de latitude les unes des autres. La partie située en Algérie comporte de même trois bases et des stations astronomiques de même espacement. Sur cette chaîne fondamentale, on a greffé de nouvelles mesures d'arcs de parallèle en France et en Algérie–Tunisie.

A ces opérations, on a associé des observations du pendule, exécutées dans les années 1890-1892, avec des appareils nouveaux et très perfectionnés, imaginés par le commandant Defforges (1), et des études de la déviation de la verticale, au moyen d'observations astronomiques, faites de 1899 à 1905, sous la direction du colonel Bourgeois.

Dès 1889, l'Association géodésique internationale envisageait la reprise de la mesure de l'arc équatorial du Pérou. C'est en 1898 que la réalisation de ce vœu parut possible et l'exécution en fut confiée au Service géographique de l'armée sous le patronage et le contrôle scientifique de l'Académie des sciences.

Le programme comprenait :

La mesure d'une chaîne méridienne de 6° d'amplitude, appuyée sur trois bases ; les déterminations astronomiques en trois stations principales et en six stations intermédiaires, la détermination de la latitude astronomique et des observations magnétiques à presque tous les sommets de la chaîne ; un nivellement de haute précision partant d'un médimarémètre établi sur la côte du Pacifique et aboutissant à la base fondamentale ; le nivellement géodésique de toute la chaîne ; des observations du pendule en diverses stations disposées suivant une coupe du massif des Andes ; enfin, de nombreuses études relatives aux sciences naturelles. Toutes ces opérations furent exécutées de juin 1901 à juin 1906 ; le personnel a comporté onze officiers : MM. Bourgeois, chef de la mission, de Fonlongue, Lacombe, Maurain, Massenet, Lallemand, Peyronel, Durand, Noirel, Perrier, Rivet. M. Gonnessiat, astronome, fut désigné en outre pour occuper l'Observatoire de Quito. La publication des travaux doit comporter 22 volumes.

---

(1) Cf. *Mémorial*, tome XV, Defforges-Bourgeois.

Sur l'initiative du Bureau des longitudes, l'application de la télégraphie sans fil à la détermination des différences de longitude a été faite en 1911, entre Paris et Bizerte, entre Paris et Bruxelles; en 1912, entre Paris et diverses stations géodésiques situées autour d'Alger, utilisées déjà pour l'étude de la déviation de la verticale; en 1913, entre Paris et Washington; en 1914, entre Paris et Poulkowo. Ces opérations ont été faites par des missions comprenant des officiers du service géographique, des officiers de la marine et des astronomes. C'est à MM. CLAUDE, DRIENCOURT et FERRIÉ que sont dus le mode d'emploi et l'organisation des signaux.

La poursuite de la colonisation française a entraîné toujours, dès ses débuts, des opérations géodésiques souvent très importantes, qui ont servi de base pour les triangulations futures; on doit rappeler ici les opérations effectuées au Tonkin, à Madagascar, en Afrique occidentale, au Maroc. Il convient aussi de citer la géodésie d'une partie de la Haute-Éthiopie par D'ABBADIE (1837-1849); la triangulation effectuée en Crète (1907-1908) dans le secteur français; celle de l'île de Délos pour l'École française d'Athènes, exécutées par des officiers du service géographique de l'armée.

Cette énumération des travaux géodésiques ne saurait être complète, et nous devons nous borner; mais nous ne saurions ne pas mentionner : l'exécution, de 1857 à 1864, d'un nivellement de la France par BOURDALOUE, et sa réfection par un nivellement général, d'après les méthodes créées par le colonel GOULIER, et sous la direction de Ch. LALLEMAND. On rappellera enfin, dans le domaine purement astronomique, la participation du SERVICE GÉOGRAPHIQUE à l'observation, en Floride, du passage de Vénus sur le Soleil, faite en 1882 par Perrier, Bassot, Defforges et, plus récemment, la contribution à l'étude de l'éclipse totale de soleil d'avril 1912.

L'histoire des progrès de l'astronomie est, en grande partie, l'histoire de l'Académie des sciences et de l'Observatoire de Paris. Cependant, il est impossible de ne pas signa-

ler les efforts faits dès le XVIIIe siècle en divers points de la France, notamment à Toulouse, où les noms de DARQUIER, VIDAL, GARIPUY, ont gardé une grande notoriété, et à Marseille dont l'Observatoire a produit un si grand nombre de découvertes de comètes et de petites planètes. Dès 1840, l'Observatoire actuel de Toulouse dont l'origine a été celui de Garipuy devenu national à la fin du XVIIIe siècle, était réédifié sur les indications de Frédéric PETIT, son directeur ; celui de Marseille élevé en 1702, était, plus tard, restauré et agrandi ; à partir de 1873, ces Observatoires étaient développés par Tisserand et STEPHAN ; de nouveaux étaient créés à Alger, Besançon, Bordeaux, Lyon, sous la direction respectivement de TRÉPIED, GRUEY, RAYET, Ch. ANDRÉ ; un autre à Paris-Meudon pour l'astrophysique, sous la direction de JANSSEN ; celui de Nice, fondé par R. BISCHOFFSHEIM, eut PERROTIN pour premier directeur ; celui d'Abaddia légué par d'Abbadie à l'Académie des sciences est dirigé par l'abbé VERSCHAFFEL.

L'activité de ces établissements est manifestée par leurs nombreuses publications : plusieurs ont pu fonder des *Annales ;* Abbadia en a donné 12 volumes, Bordeaux 15, Meudon 5, Nice 14, Toulouse 9. Besançon a publié 25 Bulletins annuels chronométriques, 27 météorologiques, 11 astronomiques. Lyon et Marseille ont donné des publications séparées. Depuis août 1913, Lyon a publié un *Bulletin mensuel.*

Les *Annales de Paris* comprennent 31 volumes de mémoires et des volumes annuels d'observations publiés depuis 1855 jusqu'à 1907. Abbadia et Bordeaux ont publié chacun un catalogue d'étoiles ; Toulouse 2 ; Nice 2 ; Paris, qui a repris depuis 1832 l'observation des étoiles de l'*Histoire céleste de Lalande*, en a publié un catalogue en 8 volumes ; une suite à ce catalogue est en préparation. Partout, d'autres catalogues de positions d'étoiles sont en élaboration. A Alger, un catalogue comprenant environ 10 000 étoiles, est entièrement prêt pour l'impression. D'autres travaux ont produit d'importants résultats. A Paris, un catalogue de Bossert donne les mouvements propres de 2 641 étoiles ; à Toulouse on a fait et discuté des milliers d'observations

photométriques; à Lyon, LUIZET a fait plus de 60 000 observations d'étoiles variables; à Marseille, Stephan a découvert 500 nébuleuses; à Paris, à Nice on a fait près de 9 000 observations de nébuleuses et on a publié des catalogues de leurs positions précises; à Toulouse ont été faites des milliers d'observations d'étoiles doubles et des satellites de Jupiter et de Saturne; à Nice, Perrotin a déterminé la vitesse de la lumière; à Lyon, André a terminé ses travaux classiques sur le phénomène de la goutte noire dans les éclipses; M. Gonnessiat y a fait des recherches sur l'équation personnelle dans les observations de passages; il y a mis en évidence pendant une dizaine d'années, dans ses observations méridiennes, les variations de la latitude.

Dans tous ces observatoires ont été faites, par une quinzaine d'astronomes dans les départements, par un nombre sensiblement égal à Paris, des recherches de mécanique céleste. Parmi ces derniers travaux, nous mentionnerons, pour ne parler que de ceux dont les auteurs ne sont plus en activité, les travaux de V. PUISEUX, de J. BOURGET, de HOUËL sur la fonction perturbatrice, la théorie et les Tables de Vesta, entreprises par LEVEAU et publiées par lui en 1892, les recherches du même astronome sur la comète de d'Arrest; celles de CALLANDREAU et de Tisserand sur la fonction perturbatrice et de nombreux points de mécanique céleste; le criterium de Tisserand concernant la capture des comètes.

Dans un autre ordre d'idées, nous rappellerons les recherches instrumentales de VILLARCEAU, les travaux de LOEWY et P. PUISEUX sur l'équatorial coudé, les méthodes de Loewy pour déterminer les constantes de l'aberration, de la réfraction, la flexion des instruments méridiens, les travaux de C. Wolf sur l'équation personnelle dans les observations de passage, le catalogue de 571 étoiles des Pléïades, par le même astronome.

Aux publications ci-dessus mentionnées, il convient d'adjoindre : les *Annales du Bureau des longitudes*, l'*Annuaire du Bureau des longitudes* et le *Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris*.

Les recherches concernant les petites planètes ont été, en

France, très fructueuses. Il y a été trouvé environ 180 astéroïdes, dont 100 par CHARLOIS à Nice, la plupart des autres par GOLDSCHMIDT, CHACORNAC, P. et Pr. HENRY à Paris, PERROTIN à Toulouse et à Nice, TEMPEL, Stephan, BORRELLY et COGGIA à Marseille. Depuis 1850, le nombre des comètes découvertes ou retrouvées dans les observatoires français dépasse 64; à ces recherches heureuses sont attachés les noms de Borrelly, Chacornac, Coggia, Tempel et Stephan à Marseille, GIACOBINI, Javelle, Perrotin et SCHAUMASSE à Nice, P. et Pr. Henry à Paris, QUÉNISSET à l'observatoire de la Société astronomique à Juvisy.

Les observatoires de Marseille, Nice et Paris ont entrepris l'observation visuelle systématique des petites planètes dont l'observatoire d'Alger fait la recherche et la mesure très précise par la voie photographique. La centralisation de ce travail est faite par M. H. BOURGET, directeur de l'observatoire de Marseille, qui est chargé aussi de publier sans retard les résultats. M. FABRY, par une méthode qui lui est propre, assure le calcul des éphémérides.

Nous devons citer encore, pour la même période, les recherches de FOUCAULT; les principales concernent la vitesse de la lumière, la rotation de la Terre rendue manifeste par l'oscillation du pendule et aussi par le gyroscope, la substitution des miroirs en verre argenté dans les télescopes aux miroirs métalliques.

Nous mentionnerons encore les expéditions faites pour l'observation des deux passages de Vénus dirigées en 1874 par BOUQUET DE LA GRYE à l'île Campbell, MOUCHEZ à l'île Saint-Paul, ANDRÉ à Nouméa, FLEURIAIS à Pékin, JANSSEN à Yokohama, HÉRAUD à Saïgon; en 1882 par D'ABBADIE à Haïti, BOUQUET DE LA GRYE à Mexico, TISSERAND à la Martinique, Colonel PERRIER en Floride, FLEURIAIS à Santa-Cruz de Patagonie, de BERNARDINI au Chili, HATT à Chubut, PERROTIN à Rio Negro, COURCELLE-SENEUIL au cap Horn, PERRIN à Bragado. Seule, la mission de l'île Campbell eut ciel couvert.

Dans l'application de la spectroscopie à l'astronomie, la France eut rapidement un grand rôle. Dès 1859, Fizeau

publiait un mémoire important sur les hypothèses relatives à l'éther lumineux auquel venaient s'ajouter, en 1870, ses travaux sur le déplacement des raies du spectre (1).

Ces deux mémoires contiennent le principe auquel on a donné depuis le nom de Doppler-Fizeau. Le second avait été lu, le 23 décembre 1848, à la Société philomatique. Les idées de Doppler sur le changement de couleur d'un corps animé d'une vitesse dirigée sur la droite qui le joint à l'observateur avaient été produites en 1842; elles n'avaient pu être vérifiées pour la lumière, mais seulement pour les ondes sonores.

En 1867, Ch. Wolf et Rayet donnaient, au tome LXV des Comptes rendus, une note intitulée : *Spectroscopie solaire. Nouveau type d'étoiles* ; il s'agissait de trois petites étoiles dans *le Cygne* donnant des spectres remarquables par leurs lignes brillantes. Elles ont été les premières d'un type auquel on a donné le nom d'étoiles Wolf-Rayet; Ch. Wolf pensait que leur photosphère est dans un état intermédiaire entre celui des nébuleuses et celui du Soleil.

Au tome LX des Comptes rendus, en 1865, J. Janssen donna une note sur *la cause des raies telluriques du spectre solaire*. Au tome LXVIII, le même astronome donna un mémoire intitulé : *Observations spectrales prises pendant l'éclipse du 18 août 1868 et méthode d'observations des protubérances en dehors des éclipses*. Ce dernier mémoire contient l'importante découverte, faite en même temps par Sir N. Lockyer, que l'on peut, en dehors des éclipses, dessiner et mesurer les protubérances.

C'est en 1865 que Faye proposa sa *Théorie physique du Soleil* qu'il a exposée complètement dans l'*Annuaire du Bureau des longitudes pour 1873 et 1874*.

Au tome LXXXVIII des Comptes rendus (1870) Thollon a donné un mémoire sur *le déplacement des raies spectrales dans*

(1) *Sur les hypothèses relatives à l'éther lumineux et sur une expérience qui paraît démontrer que le mouvement des corps change la vitesse avec laquelle la lumière se propage dans leur intérieur*. Comptes rendus LVII. — *Déplacement des raies des spectres par le mouvement du corps lumineux ou de l'observateur*. Comptes rendus LXX.

le mouvement de rotation du Soleil. On lui doit un dessin du spectre solaire contenant, entre A et H, 4000 raies sur une longueur de 10 mètres.

En 1892 DESLANDRES, à Paris, et G. Hale en Amérique, parvinrent séparément à photographier la chromosphère entière. L'ensemble des résultats obtenus à Meudon se trouve dans les cinq volumes d'*Annales* de cet observatoire; M. Deslandres a donné une importante notice dans *l'Annuaire du Bureau des longitudes pour 1907* sous le titre : *Histoire des idées et des recherches sur le Soleil, révélation récente de l'atmosphère entière de l'Astre.*

Depuis, il a été installé au grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris un puissant spectroscope qui, entre les mains de M. HAMY, a donné d'importants résultats.

Il nous reste à indiquer la part de la France dans la photographie astronomique.

On sait que l'invention de la photographie est due à des Français. C'est en 1827 que Jean Nicéphore NIEPCE obtint des épreuves photographiques sur des plaques de cuivre argenté recouvertes de bitume de Judée. En 1839, DAGUERRE produisit le procédé auquel est attaché son nom.

En photographie astronomique, les premiers essais furent faits en Amérique par Draper en 1840, en 1850 par Bond, en 1864 et 1865 par Rutherfurd, sur la Lune. En France, Fizeau et Foucault obtinrent, en 1845, un daguerréotype du Soleil montrant des taches solaires et manifestant nettement la décroissance de l'éclat du Soleil du centre aux bords. En 1876-1877 Janssen, avec une lunette de 18 centimètres d'ouverture, obtint par des poses de 1/3000e de seconde des épreuves du Soleil montrant tous les détails des granulations que les astronomes ont admirées.

Les essais sur les étoiles furent faits un peu partout, surtout après l'invention des plaques au gélatino-bromure d'argent. En Amérique Draper, en Angleterre Common, obtinrent de belles épreuves de la nébuleuse d'Orion. I. Roberts, avec un réflecteur et une lunette guide donna, en 1893, un atlas de nébuleuses. A partir de 1882, Pickering

en Amérique, Gill au Cap songeaient à obtenir des cartes stellaires. A Paris Paul et Prosper Henry, engagés dans la continuation des cartes écliptiques de Chacornac, découragés par la longueur du travail et l'impossibilité de le faire pour la voie lactée, se décidèrent aussi à employer la méthode photographique. En juin 1884 ils présentèrent à l'amiral MOUCHEZ, directeur de l'Observatoire, un très remarquable cliché d'une région de la voie lactée. Grâce à leur habileté d'opticiens et à l'initiative de l'amiral Mouchez, ils créèrent un instrument admirablement approprié à leur but. Ils en firent l'objectif photographique de $0^{m},33$ d'ouverture et l'objectif visuel de $0^{m},24$, dont les distances focales sont respectivement $3^{m},43$ et $3^{m},60$. P. GAUTIER construisit pour ces objectifs, à ses risques et périls, une excellente monture anglaise. C'est avec cet instrument que P. et Pr. Henry obtinrent nombre d'importants clichés parmi lesquels, par une pose de quatre heures, un cliché des Pléïades contenant 2 326 étoiles et manifestant en outre autour d'Alcyone, Electre, Maïa, Mérope, de belles nébuleuses dont la dernière seule avait été vue en de rares occasions par quelques astronomes.

D'accord avec sir D. Gill, l'illustre astronome de Sa Majesté au Cap, l'amiral Mouchez n'hésita pas à provoquer la réunion d'un congrès astronomique ayant pour objet l'exécution d'une carte photographique du Ciel. Depuis cette date, beaucoup de travaux d'astronomie photographique ont été accomplis. En France nous mentionnerons l'admirable *Atlas de la Lune* par Lœwy et P. Puiseux, contenant 72 planches et accompagné d'études sélénographiques publiées sous le titre : « Études fondées sur les photographies de la Lune obtenues au grand équatorial coudé ». MM. Lœwy et Puiseux, assistés de M. Le Morvan, ont, pour cette œuvre magistrale obtenu un nombre énorme de clichés lunaires ; ils en ont conservé environ 2 500, dont 40 sont la base d'importantes recherches, encore inachevées, de M. P. Puiseux, sur la libration de la Lune.

Le Congrès de la carte photographique du Ciel se réunit à Paris le 16 août 1887. Déjà la France participait aux

travaux de l'association géodésique internationale; une conférence internationale des passages de Vénus avait été tenue en 1881 et le Bureau international des poids et mesures, depuis 1875, avait son siège à Paris. Une conférence internationale avait été tenue à Washington en octobre 1884, à laquelle la France avait pris part, pour l'adoption d'un premier méridien unique et d'une heure universelle. L'œuvre de la carte photographique du Ciel n'eut pas moins de succès que les entreprises que je viens de mentionner. Dans la réunion de 1887, il fut décidé qu'on entreprendrait à la fois une carte photographique contenant toutes les étoiles jusqu'à la quatorzième grandeur et un catalogue des positions précises des étoiles jusqu'à la onzième grandeur. Dix-huit observatoires s'engagèrent à y participer; parmi eux les observatoires français de Paris, Alger, Bordeaux, Toulouse. Un comité international permanent fut élu. Des réunions nouvelles eurent lieu en 1889, 1891, 1896, 1900, 1909, dans lesquelles nombre de progrès scientifiques furent constatés, nombre de décisions furent prises; en particulier la création de la photométrie photographique et une part de ses progrès reviennent aux astronomes français; à la conférence de 1900 fut organisée la coopération en vue de déterminer la parallaxe du Soleil par les observations d'Eros, travail si brillamment clôturé en 1909 par la présentation des résultats de la discussion de A. R. Hinks; en 1909 fut adopté un plan pour l'observation des étoiles de repère et l'élaboration d'un catalogue d'étoiles fondamentales; une septième réunion sera tenue dès que les circonstances le permettront. Carte et catalogue progressent rapidement et l'on aperçoit l'achèvement dans un petit nombre d'années du programme primitif qui s'est élargi par l'introduction de questions nouvelles.

Le Congrès de la carte photographique du Ciel n'est pas le premier qui se soit réuni systématiquement à Paris, et il en a amené d'autres. Dès 1875, s'est réuni régulièrement, à Paris, tous les deux ans, le Comité international des poids et mesures qui a fondé à Sèvres, dans le Parc de Saint-Cloud, le Bureau international des poids et mesures, dirigé

si habilement par M. Benoist, avec le précieux concours de M. Guillaume. Le 5 octobre 1881, s'était tenue, au ministère de l'Instruction publique, à Paris, une conférence internationale du passage de Vénus, à laquelle seize États étaient représentés.

Au cours des sessions du Congrès de la carte photographique du Ciel furent tenus, en 1889 et en 1900, des congrès de chronométrie dont les travaux ont fait l'objet de publications spéciales.

En 1896, à la suite de la réunion du Comité international permanent de la carte du Ciel, fut tenue à Paris une très importante conférence internationale des étoiles fondamentales, à laquelle prirent part Backlund, Bauschinger, Downing, Faye, Gill, Lœwy, Newcomb, Tisserand, Bakkuyzen et Trépied, et dans laquelle des décisions précises furent prises concernant les valeurs à adopter pour les constantes fondamentales de l'astronomie. Cette conférence fut l'origine d'une réunion plus étendue, tenue à Paris, en octobre 1911, sur l'initiative du Bureau des longitudes, sous le nom de Conférence internationale des éphémérides astronomiques.

Les décisions unanimes de cette conférence ont concerné tous les points d'astronomie qui font l'objet des éphémérides astronomiques; l'ensemble constitue une entente complète pour diminuer le travail d'élaboration des principaux recueils, en augmenter la sûreté et l'utilité générale.

Enfin, en octobre 1912, encore sur l'initiative du Bureau des longitudes, fut tenue à Paris une *Conférence internationale de l'Heure*. Dans cette conférence et dans une seconde ayant un caractère à la fois scientifique et diplomatique, tenue en octobre 1913, fut décidée à l'unanimité la création d'une *Association internationale de l'Heure* dont les organes sont le *comité* comprenant un président, un vice-président, un secrétaire général, et le directeur du bureau international de l'Heure dont le siège a été fixé à l'Observatoire de Paris. Ce bureau fonctionne, conformément à la convention et aux statuts votés, depuis novembre 1913. En attendant l'échange des ratifications diplomatiques, tous les frais en

sont couverts par la France. L'envoi de signaux horaires par l'Observatoire et le poste de télégraphie sans fil de la tour Eiffel a lieu sans aucune interruption matin et soir, depuis mai 1911.

C'est à l'unanimité des membres présents aux deux conférences que la France a été chargée de donner l'heure au monde. Les officiers de la tour Eiffel et les astronomes de l'Observatoire s'efforcent d'accomplir ponctuellement et exactement leur tâche.

B. BAILLAUD.

BIBLIOGRAPHIE

AUZOUT (1630-1691). — *Traité du micromètre ou manière exacte pour prendre le diamètre des planètes et la distance entre les petites étoiles*. 1667.

PICARD (1620-1682). — *Mesure de la Terre*. 1671.

— *Degré du méridien entre Paris et Amiens par M. Picard*, avec les observations de MM. Maupertuis, Clairaut, Camus, Le Monnier. 1740.

HUYGHENS (1629-1695). — *Horologium oscillatorium sive de motu pendulorum ad horologia aptato demonstrationes geometricæ*. 1673.

* *La Connaissance des temps pour l'année 1679*, publication annuelle continuée depuis la fin du XVIIIe siècle par les soins du Bureau des longitudes, in-12. Paris, 1678.

RICHET. — *Observations astronomiques et physiques faites dans l'île de Cayenne*. 1679.

J.-D. CASSINI (1625-1712). — *Carte de la Lune*. 1679.

— *Recueil d'observations faites en plusieurs voyages par ordre de S. M. pour perfectionner l'astronomie et la géographie, avec divers traités astronomiques, par MM. de l'Académie royale des sciences*. 1693.

Jacques CASSINI (1677-1756). — **De la grandeur et de la figure de la Terre*. Paris, 1720.

— *La Méridienne de l'Observatoire de Paris vérifiée dans toute l'étendue du royaume par de nouvelles observations faites par Cassini, Maraldi et La Caille*. Paris, 1744.

PICARD. — **Ouvrages de mathématiques*. 1732.

MAUPERTUIS. — **La figure de la Terre déterminée par les observations de MM. de Maupertuis, Clairaut, Camus, Le Monnier et M. l'abbé Outhier*. Paris, 1738.

CLAIRAUT (1713-1765). — **La figure de la Terre tirée des principes de l'hydrostatique*, in-8°. Paris, 1743.
— *Théorie de la Lune déduite du seul principe de l'attraction*. Saint-Pétersbourg, 1752.
— *Théorie des mouvements des comètes dans laquelle on a égard aux altérations que leurs orbites éprouvent par l'application de cette théorie à la comète qui a été observée dans les années 1531, 1607, 1682 et 1759*. Paris, 1760.

MARALDI et CASSINI DE THURY. — **Carte de France en 180 feuilles*. Paris, 1744.

BOUGUER. — **La figure de la Terre déterminée par les observations de MM. Bouguer et de La Condamine*. 1749.
— **Traité d'optique sur la gradation de la lumière*, in-4°, Paris, Guérin-Delatour, 1760.

ALEMBERT (D'). — *Recherches sur la précession des équinoxes et sur la nutation de l'axe de la Terre dans le système newtonien*. Paris, 1749.
— **Recherches sur divers points importants du système du monde*, 2 vol. in-4°. Paris, David, 1754 à 1756.
— *Opuscules mathématiques concernant l'astronomie théorique*. 8 vol. Paris, 1761-1780.

CONDAMINE (DE LA). — **Journal du voyage fait par ordre du roi à l'équateur. Mesure des trois premiers degrés du méridien*. Paris, 1751.

CAILLE (DE LA). — *Astronomiæ fundamenta novissimis solis et stellarum observationibus stabilita*. Paris, 1757.
— *Cælum australe stelliferum*. Paris, 1763.

MONTUCLA. — *Histoire des mathématiques*. 2 vol. in-4°. Paris, 1758. — 2e éd. achevée par Lalande, 4 vol. in-4°. Paris, 1799-1802.

BAILLY. — *Histoire de l'astronomie ancienne depuis son origine jusqu'à l'établissement de l'École d'Alexandrie*, in-4°. Paris, 1775.
— *Traité de l'astronomie indienne et orientale*, in-4°. Paris, 1787.
— *Histoire de l'astronomie moderne*, 3 vol. in-4°. Paris, 1779-1782.

CALLET. — *Tables portatives de logarithmes*. Paris, 1783.

PINGRÉ. — *Cométographie ou traité historique et théorique des comètes*, 2 vol. Paris, 1783-84.
— *Annales célestes du XVIIe siècle*, publiées par Bigourdan, in-4°. Paris, 1901.

CASSINI (J.-D.) [1747-1845], MÉCHAIN (1744-1805), et LE GENDRE (1752-1833). — *Exposé des opérations faites en France en 1787 pour la jonction des Observatoires de Paris et de Greenwich*. Paris, 1791.

AGELET (D'). — *Observations de 3000 étoiles*. Mémoires de l'Académie pour 1790. Paris, 1797.
— *Catalogue de 6497 étoiles observées de 1783 à 1785, réduites par Gould*. Washington, 1866.

PRONY. — * *Tables décimales du cadastre*, conservées en manuscrit, 6 vol. in-f°. 1800.

LANDE (Jérome DE LA) [1732-1807]. — *Histoire céleste française contenant les observations faites par plusieurs astronomes français*, in-4°. Paris, Imprimerie de la République, 1801.
— *Bibliographie astronomique avec l'histoire de l'astronomie de 1781 à 1802*, in-4°. Paris, 1803.

DELAMBRE (1749-1822) et MÉCHAIN. — * *Base du système métrique*, 3 vol. in-4°. Paris, 1806-1810.
— *Tables écliptiques des satellites de Jupiter*, in-4°. Paris, 1817.
— * *Histoire de l'astronomie*, 6 vol. in-4°. Paris, 1817 à 1827.
— *Grandeur et figure de la Terre*, publiée par G. Bigourdan, in-8°. 1912.

LAGRANGE (1736-1813). — * *Œuvres complètes*, publiées sous les auspices de M. le ministre de l'Instruction publique, 14 vol. in-4°. Paris, 1867-1892.

LAPLACE (1749-1827). — * *Mécanique céleste*, œuvres complètes publiées sous les auspices de l'Académie des sciences, 6 vol. in-4°. Paris, 1878-1892.

DAMOISEAU. — *Mémoire sur la théorie de la Lune*. 1827.
— *Tables de la Lune*, in-4°. Paris, 1824.
— *Tables écliptiques des satellites de Jupiter*, in-8°. Paris, 1836.

CAUCHY (1789-1857). — *Œuvres complètes*, publiées sous la direction scientifique de l'Académie des sciences, 22 vol. in-4° parus depuis 1882.

LE VERRIER (1811-1877). — *Sur la planète qui produit les anomalies observées dans le mouvement d'Uranus.* Paris, C. R. (1), t. XXIII, 1846.

— *Comparaison des observations de la nouvelle planète avec la théorie déduite des perturbations d'Uranus.* Paris, C. R., t. XXIII, 1846.

— *Recherches sur les mouvements de la planète Herschel.* Paris. Connaissance des temps pour 1849.

DELAUNAY. — **Théorie de la Lune*, Mémoires de l'Académie des sciences, t. XXIX, 1860 et XXX, 1867.

FOUCAULT (1819-1868). — **Recueil des travaux scientifiques*, publiés par Mme Vve Foucault. 2 vol. in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1878.

— *Mémoires divers* publiés dans les *Annales de l'Observatoire de Paris*, t. I à XIV, 1855-1878.

FIZEAU. — *Sur les hypothèses relatives à l'éther lumineux et sur une expérience qui paraît démontrer que le mouvement des corps change la vitesse avec laquelle la lumière se propage dans leur intérieur.* Annales de Chimie, t. LVII, 1859.

— *Déplacement des raies des spectres par le mouvement du corps lumineux ou de l'observateur.* Paris, C. R., t. LXX, 1870.

SÉDILLOT. — *Histoire de l'astronomie chez les Arabes*, in-8°. Paris, 1838.

— *Matériaux pour servir à l'histoire comparée des sciences mathématiques chez les Grecs et chez les Orientaux.* 2 vol. in-8°. Paris, 1845-1849.

JANSSEN. — *Notes sur la cause des raies telluriques du spectre solaire.* Paris, C. R., t. LX, 1865.

— *Observations spectrales prises pendant l'éclipse du 18 août 1868 et méthode d'observation des protubérances en dehors des éclipses.* Paris, C. R., t. LXVIII, 1869.

RAYET et WOLF. — *Spectroscopie stellaire.* Paris, C. R., t. LXV, 1867.

THOLLON. — *Déplacement des raies spectrales dues au mouvement de rotation du Soleil.* Paris, C. R., t. LXXXVIII, 1879.

OBSERVATOIRE DE PARIS. — *Atlas écliptique*, par Chacornac, P. et Pr. Henry, 42 cartes, in-folio, 1856-1887.

(1) Les lettres C. R. désignent les *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences.*

SOUILLART. — * *Théorie analytique des mouvements des satellites de Jupiter*, in-4°. Paris, Imprimerie Nationale, 1889.

RECUEIL DE MÉMOIRES. — *Rapports et documents relatifs à l'observation du passage de Vénus devant le Soleil*, 9 vol. in-4°. Paris.

Henri POINCARÉ. — * *Méthodes nouvelles de la mécanique céleste*, 3 vol. in-8°. Paris, 1892.

— * *Leçons de mécanique céleste*, 3 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1907-1909.

— * *La Science et l'hypothèse*, in-18. Paris, Flammarion, 1914.

— * *La valeur de la Science*, in-18. Paris, Flammarion, 1914.

— * *Leçons sur les hypothèses cosmogoniques*, in-8°. Paris, Hermann, 1913.

TISSERAND. — *Traité de mécanique céleste*, 4 vol. in-8°. Paris, 1889-1896.

Paul TANNERY. — * *Recherches sur l'histoire de l'Astronomie ancienne*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1893.

— * *Mémoires scientifiques*, publiés par Heyberg et Zeuthen, 2 vol. parus, t. I et II, in-4°. Paris. Toulouse, 1912.

Ch. WOLF. — * *Histoire de l'Observatoire de Paris, de sa fondation à 1793*, in-8°. Paris, 1902.

GOULIER (colonel). — *Études sur les méthodes et les instruments des nivellements de précision*, revues et annotées par Ch. Lallemand, in-4°. Paris, 1898.

Ch. LALLEMAND. — *Études sur les variations de longueur des mires d'après les expériences du colonel Goulier*, in-4°. Paris, 1898.

— *Nivellements de haute précision* (dans : Durand-Claye, André Pelletan et Ch. Lallemand, *lever des plans*).

GAILLOT. — *Addition à la théorie du mouvement de Saturne de Le Verrier. Tables rectifiées du mouvement de Saturne* (Annales de l'Observatoire de Paris, t. XXIV, 1904.)

— *Théorie des mouvements des planètes Uranus et Neptune. Tables nouvelles.* (Annales de l'Observatoire de Paris, t. XXVIII, 1910.)

— *Additions à la théorie des mouvements de Jupiter. Tables rectifiées du mouvement de Jupiter.* (Annales de l'Observatoire de Paris, t. XXIX, 1913.)

DESLANDRES. — *Histoire des idées et des recherches sur le Soleil ; Révélation récente de l'atmosphère entière de l'astre.* (Annales du Bureau des longitudes pour 1907.)

DUHEM. — **Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée*, in-8°. Paris, Hermann, 1908.

— **Le système du monde : Histoire des théories cosmologiques de Platon à Copernic*, 2 vol. parus. Paris, Hermann, 1913.

CLAUDE et DRIENCOURT. — *Description et usage de l'astrolabe à prisme*, in-8°. Paris, 1910.

CLAUDE, FERRIÉ et DRIENCOURT. — *Comparaison de chronomètres ou de pendules à distance par la méthode des coïncidences au moyen de signaux radiotélégraphiques*. Paris, Comptes rendus, t. CL, p. 306.

ANDOYER. — **Nouvelles tables trigonométriques fondamentales*, in-4°. Paris, Hermann.

PUBLICATIONS DU BUREAU DES LONGITUDES

**Connaissance des Temps*, publication annuelle depuis 1679.

Additions à la Connaissance des Temps, publication annuelle depuis 1889.

Annuaire du Bureau des longitudes, publié depuis 1796.

**Annales du Bureau des longitudes*, in-4°, I à IX.

Réception des signaux radiotélégraphiques horaires transmis par la Tour Eiffel, in-8°. 1913.

PUBLICATIONS DU SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE

Mémorial du Dépôt de la Guerre, 15 vol. in-4°, Paris.

Cahiers du Service géographique de l'Armée, 36 vol. in-12. Paris.

**Mission du Service géographique de l'Armée pour la mesure d'un arc de méridien équatorial en Amérique du Sud*, 22 vol. parus.

**La Carte de France au 80 000e, au 320 000e, au 50 000e.*

PUBLICATIONS DES CONFÉRENCES INTERNATIONALES TENUES A PARIS

Comité international des poids et mesures : Procès verbaux des séances, année 1875 et suivantes, in-8°. Paris. — *Travaux et mémoires*, publiés depuis 1881, in-4°. Paris.

Congrès et Comité international de la carte photographique du Ciel : Procès-verbaux des réunions, in-4°. Paris, 1887, 1889, 1891, 1896, 1900, 1909.

Bulletin du Comité international permanent, in-4°. Paris, 7 vol. parus.

Association géodésique internationale. Commission permanente tenue à Nice en 1887. Conférences générales tenues à Paris en 1889 et 1900. Procès-verbaux. Rapports. Rapports spéciaux.

Congrès international de chronométrie. Comptes rendus des travaux, procès-verbaux, rapports et mémoires, in-4°. Paris, 1889-1900.

Conférence internationale des étoiles fondamentales, in-4°. Paris, 1896.

Congrès international des éphémérides astronomiques tenu du 23 au 26 octobre 1911, sur l'initiative du Bureau des longitudes.

Conférence internationale de l'Heure, tenue sur l'initiative du Bureau des longitudes. Procès-verbaux des séances d'octobre 1912. Procès-verbaux des séances d'octobre 1913.

PUBLICATIONS DES OBSERVATOIRES FRANÇAIS

ABBADIA. — *Observations*, in-4°, Abbadia, I à XIV.

BESANÇON. — *Bulletin astronomique de 1 à 11.*
— *Bulletin chronométrique de 1 à 25.*
— *Bulletin météorologique de 1 à 27.*

BORDEAUX. — **Annales de l'Observatoire de Bordeaux*, in-4°. Paris, I à XV.

LYON. — *Travaux de l'Observatoire de Lyon*, I à V.
Bulletin mensuel, gr. in-4°, depuis 1913.

MARSEILLE. — *Travaux de l'Observatoire.*

NICE. — **Annales de l'Observatoire de Nice*, in-4°. Paris, I à XIV.

TOULOUSE. — **Annales de l'Observatoire de Toulouse*, in-4°. Paris, Toulouse, 1 à 9.

PARIS. — *Observations astronomiques faites à l'Observatoire de Paris*, publiées par le Bureau des Longitudes, in-fol., I et II, 1810-1829 ; 10 vol. in-fol., 1837 à 1846.
— **Annales de l'Observatoire de Paris.*
— *Mémoires*, in-4°. Paris, I à XXX.
— *Observations*, in-4°. Paris, de 1847 à 1907.

PARIS-MEUDON. — * *Annales de l'Observatoire d'astronomie physique de Paris, sis à Meudon*, in-4°. Paris, 1 à 5.

✿ ✿ ✿

ALGER. — *Catalogue d'environ 10 000 étoiles entre — 17° 50' et — 23° 10'.*

— * *Zone 0°, — 1°, — 2° du Catalogue photographique international.*

BORDEAUX. — *Catalogue de 6999 étoiles entre 15° et 20°*, in-4°. Paris, 1909. *Zones 15°, 16°, 17° du Catalogue photographique international.*

NICE. — *Catalogue de 4214 étoiles. Réobservation des Positiones mediae de Struve*, in-4°. Paris, 1911.

PARIS. — *Catalogue de 34733 étoiles*, 1re partie de la réobservation de Lalande. (Cat., 4 vol. gr. in-4°; Positions observées, 4 vol. gr. in-4°.)

— * *Zones, 21°, 22°, 23°, 24° du Catalogue photographique international.*

TOULOUSE. — *Catalogue des étoiles de repère de la zone de Toulouse*. Paris, Toulouse, I, 1901; II, 1906.

— *Zones, 5°, 7°, 11°, de 0 h. à 6 h.; 9° de 0 h. à 24 h. du Catalogue photographique international.*

Les ouvrages marqués d'un astérisque sont ceux qui figurent, en totalité ou en partie, dans la Bibliothèque de la Science française, à l'Exposition de San Francisco.

LA PHYSIQUE

NOTRE ACADÉMIE DES SCIENCES proclamait naguère « que les civilisations latine et anglo-saxonne sont celles qui ont produit depuis trois siècles la plupart des grandes découvertes dans les sciences mathématiques, physiques et naturelles, ainsi que les principales inventions du XIXe siècle ».

A l'appui de cette légitime revendication, on peut rappeler le rôle capital de la Science française dans la création et l'évolution de la Physique moderne.

✿ ✿ ✿

Une première période s'étend de la Renaissance à la Révolution française. C'est la période des origines. La Physique qui, depuis Aristote, constituait une branche de la philosophie, par opposition à la métaphysique, se détache peu à peu de la souche commune et tout d'abord ne se distingue pas de la mécanique proprement dite.

On sait que les anciens ne s'étaient guère élevés au delà de la statique des corps solides. S'ils étaient en possession du principe d'Archimède, ce n'est pourtant qu'au milieu du XVIIe siècle que notre PASCAL énonce le principe, beaucoup plus général, d'où découle toute l'Hydrostatique. Pascal, on le sait, ne sacrifie aux études scientifiques que de rares loisirs. Ce grand initiateur, auquel nous devons encore les célèbres expériences sur la pesanteur de l'air, et, ce qui parut merveilleux à ses contemporains, la première machine à calculer, ne regardait guère la science que comme une distraction. Il ne la fit progresser, pour ainsi dire, que malgré lui.

Son contemporain, l'abbé MARIOTTE, physicien ingénieux, eut l'insigne honneur, qu'il partage avec l'Anglais Boyle, de donner son nom à l'une des plus belles lois de la physique. Son traité du *Mouvement des eaux*, est le premier ouvrage français consacré à l'Hydraulique.

Si la gloire d'avoir découvert et démontré expérimentalement les premiers principes de la *Dynamique* appartient exclusivement à un Italien, Galilée, et si le plus illustre de ses successeurs est l'Anglais Newton, cependant c'est principalement en France que la mécanique rationnelle s'est constituée dans son ensemble. Citons, en particulier, les travaux de D'ALEMBERT, le célèbre encyclopédiste, auquel on doit l'un des principes les plus généraux de la dynamique, et de LAGRANGE qui, dans sa *Mécanique analytique*, donne aux équations de la mécanique leur forme la plus générale et la plus féconde. Depuis lors, de nombreux mathématiciens français ont contribué aux progrès de cette science qui, désormais, évolue à peu près en marge de notre domaine. Nous n'aurons plus à nous en occuper.

Quant à la mécanique appliquée, elle débute en France avec Denis PAPIN, qui, dès les dernières années du XVIIe siècle, démontre l'efficacité de la puissance motrice de la vapeur.

Dans le domaine de l'Optique, le premier nom que nous devons mettre en vedette est celui de DESCARTES. Si la Hollande peut, avec Snellius, disputer au philosophe français, la primauté de la découverte, en ce qui concerne la loi fondamentale de la réfraction, c'est bien Descartes, seul, qui la développe et la féconde, fournissant dans sa *Dioptrique*, une théorie des lentilles aplanétiques et des instruments d'optique, dans ses *Météores*, la première théorie de l'arc-en-ciel. Ses découvertes en mathématiques, et plus particulièrement celle des coordonnées cartésiennes, à la faveur desquelles s'est constituée la géométrie analytique, ont contribué, pour une large part, aux progrès ultérieurs de la physique.

Ce sont encore deux Français, BOUGUER et LAMBERT, qui inaugurent l'étude du rayonnement lumineux et la photo-

métrie, Bouguer, par son *Essai d'optique, sur la gradation de la lumière;* Lambert, par sa *Photometria, sive de mensura et gradibus luminis, colorum et umbræ,* dans laquelle se trouve énoncée la loi qui porte son nom (loi du *cosinus*, ou de Lambert).

La science de l'électricité, à ses origines, retiendra justement les noms de DUFAY et de l'abbé NOLLET. Le *Traité de physique*, en six volumes, que l'on doit à ce dernier, constitue le meilleur tableau de l'état de cette science au milieu du XVIIIe siècle. Ajoutons encore, DALIBARD, DE ROMAS, dont les noms demeurent associés à celui de Franklin, avec lequel ils ont partagé l'honneur de *soutirer l'électricité des nuages*.

Mais le physicien le plus illustre de la fin du XVIIIe siècle est incontestablement COULOMB, le fondateur de l'Électro-Statique et de la science du Magnétisme. Les méthodes qu'il a inaugurées sont, à juste titre, demeurées classiques. On peut dire, qu'à lui seul et d'un même jet, il a constitué deux sciences, réduites avant lui à une réunion de faits et d'énoncés purement qualitatifs.

On doit encore, à Coulomb, la découverte des lois expérimentales de la torsion et du frottement.

Son contemporain, LAVOISIER, introduit dans les laboratoires de chimie la balance, qui devient désormais l'instrument indispensable de toutes les analyses, et le calorimètre, qui disputera à la balance son rôle primordial, quand se constituera la Thermochimie. Lavoisier apparaît donc comme le précurseur de cette science nouvelle qui, dérivant à la fois de la physique et de la chimie, en a, de nos jours, réuni les noms (Chimie physique ou Physico-Chimie). Or, à l'aurore de cette science, dont les plus beaux développements sont, nous le verrons, sortis de France, ne trouvons-nous pas déjà deux noms français, celui de BERTHOLLET, qui, le premier, étudie les équilibres chimiques dans les mélanges d'acides, de bases, et de sels neutres, énonce la loi du mélange des gaz et constate leur diffusion réciproque; et celui de GAY-LUSSAC, auquel nous devons à la fois la preuve de l'égale dilatation de tous les gaz et les lois

de leurs combinaisons en volume, lois qui constitueront l'une des bases essentielles de la future théorie atomique?

✪ ✪ ✪

La période suivante s'étend jusqu'au milieu du XIXe siècle. Elle est, pour la Science française, une époque de renommée universelle et de supériorité incontestée dans toutes les branches de la physique.

LAPLACE rénove l'Astronomie mathématique, à laquelle il doit surtout sa célébrité. Mais il apporte à la physique des contributions qui suffiraient à immortaliser son nom. Déjà collaborateur de Lavoisier, dans ses expériences calorimétriques, il est le créateur de la théorie des phénomènes capillaires, théorie féconde, entrevue par le mathématicien français CLAIRAUT, reprise et perfectionnée plus tard en divers points par POISSON et par l'Allemand Gauss qui, malgré son génie incontestable, n'en a cependant pas aperçu toute la portée. Il était réservé au Hollandais Van der Waals d'en faire sortir la théorie de la continuité des états liquide et gazeux, découverte expérimentalement par Andrews.

C'est encore Laplace qui, interprétant une curieuse expérience de deux Français, CLÉMENT et DESORMES, découvre l'inégalité des deux chaleurs spécifiques des gaz, sous pression constante et sous volume constant. Il explique, par là, le désaccord constaté entre la valeur de la vitesse du son, déterminée expérimentalement par une commission de l'ancienne Académie des Sciences française et la valeur théorique, telle qu'elle paraissait résulter de la célèbre formule de Newton. N'oublions pas que l'interprétation de Laplace contenait, en germe, le raisonnement dégagé seulement trente ans plus tard par le médecin allemand Mayer, raisonnement d'où résulte le principe de l'équivalence de la chaleur et du travail.

FOURIER publie sa *Théorie analytique de la chaleur*, consacrée aux lois de la conductibilité calorifique. Il suffira, plus tard, à l'Allemand Ohm, d'une extension qui se réduit presqu'à une substitution de mots, pour en tirer les lois de

la conductibilité électrique, qu'il a d'ailleurs justifiées expérimentalement. Un autre Allemand, Fick, n'aura pas plus de peine à en tirer, toujours par analogie, les lois de la diffusion.

La découverte, par Fourier, de la décomposition d'une fonction périodique quelconque en une série harmonique d'éléments sinusoïdaux, a trouvé en Acoustique et en Électricité, les innombrables applications que l'on connaît.

En 1824, Sadi Carnot envisage la *Puissance motrice de la chaleur*, sous une forme si originale que, malgré le commentaire lumineux de Clapeyron, son œuvre demeure à peu près incomprise pendant vingt-cinq ans. Encore imbu, comme tous ses contemporains, de la théorie du calorique, Carnot arrive cependant à s'en affranchir, comme l'ont établi ses écrits posthumes. Il a suffi, plus tard, à l'Allemand Clausius, de débarrasser la démonstration théorique du principe de Carnot d'un alliage presque purement verbal, pour le faire définitivement adopter par le monde savant. N'oublions pas d'ailleurs que Carnot s'était préoccupé de fournir une vérification expérimentale de son principe. On désigne communément le principe de Carnot sous le nom de second principe de la Thermodynamique. C'est cependant de vingt ans le premier en date.

Laissons provisoirement de côté ce qui se rattache à l'étude expérimentale de la chaleur, sur laquelle nous reviendrons avec détail dans la période suivante. C'est dans le domaine de l'optique que les savants de cette époque ont accumulé le plus de découvertes et réalisé les plus grands progrès.

Malus découvre la polarisation de la lumière. Après lui, Arago, à la fois physicien et astronome, découvre la polarisation chromatique et la polarisation rotatoire. Ses travaux et ceux de Biot ont ouvert aux savants un vaste sujet d'études. Les faits nouveaux s'accumulent avec rapidité, attendant l'homme de génie qui tendra à travers leur labyrinthe un nouveau fil d'Ariane. Un tableau magistral de la physique à cette époque nous est fourni par le traité en quatre volumes de Biot, traité riche en travaux

français originaux, dont un grand nombre n'ont pas été publiés ailleurs. Biot fut le dernier partisan de la théorie de l'émission lumineuse. Il essaiera en vain de la défendre alors qu'elle est déjà définitivement condamnée.

Rappelons en effet que deux théories, celle de l'émission, qui attribue la propagation de la lumière à une émission de particules émanées du corps lumineux et traversant l'espace vide avec une énorme vitesse, celle des ondulations qui la rapporte aux vibrations d'un milieu universel, l'éther, milieu qui remplit l'espace et pénètre les corps transparents, ont été proposées par les physiciens. Après bien des hésitations, Newton se prononce pour la première. Son autorité l'impose aux savants du XVIIIe et du commencement du XIXe siècle.

La théorie de l'émission se heurtait aux phénomènes de diffraction, dont elle n'avait pu fournir une interprétation satisfaisante. L'Académie française des sciences propose cette question à la sagacité des jeunes savants, prescrivant d'ailleurs de faire usage de la théorie de l'émission. Un inconnu, nommé FRESNEL, bien qu'à peu près dénué des ressources indispensables à une expérimentation délicate, a l'audace et le bonheur de résoudre la question proposée de la manière la plus complète ; mais son explication repose sur la théorie des ondulations. Poisson, l'un des commissaires de l'Académie, observe que les théories de l'auteur entraînent cette conséquence paradoxale, non explicitée par Fresnel, que le centre de l'ombre géométrique d'un petit disque opaque doit se trouver éclairé. Contre toute vraisemblance, l'expérience, tentée de suite, donne le résultat prédit. Le prix fut décerné à Fresnel.

Dès ce jour, le jeune savant s'attaque avec un bonheur qui tient de la divination à l'explication de tous les phénomènes de l'optique ancienne et nouvelle. Il découvre la forme exacte de la surface de l'onde dans les milieux cristallins biréfringents à un ou à deux axes, édifie une théorie complète de la réflexion et de la réfraction de la lumière naturelle ou polarisée, ainsi que de la réflexion totale, de la polarisation circulaire et elliptique. Il interprète la pola-



ANDRÉ-MARIE AMPÈRE (1775-1836)

LITHOGRAPHIE
DE GHEMAN

risation rotatoire par une double réfraction circulaire dont il établit expérimentalement la réalité. Rien n'échappe à sa sagacité. Quelques-unes de ses théories sont, il est vrai, d'une hardiesse presque déconcertante. Leurs conséquences sont cependant confirmées par l'expérience jusque dans leurs particularités les plus singulières (par exemple double réfraction conique). Divers mathématiciens français, parmi lesquels il faut surtout signaler CAUCHY, s'efforceront d'étayer les découvertes de Fresnel sur des théories perfectionnées, laissant moins de prise à la critique. Ils ne pourront d'ailleurs que confirmer ses conclusions. Fresnel est le vrai fondateur de l'optique moderne.

Dans le domaine de l'électricité et du magnétisme, la Science française n'avait pas été moins féconde. Aussitôt connue, la mémorable expérience du Danois Œrsted, révélant l'action du courant électrique sur l'aiguille aimantée; AMPÈRE, dans une série de communications à l'Académie des sciences qui se succèdent de semaine en semaine, découvre les lois fondamentales régissant les actions réciproques des aimants et des courants, et les actions des courants sur les courants. Comme au siècle précédent avec Coulomb, une science tout entière jaillit d'un cerveau français et atteint du premier coup sa forme parfaite. L'électro-aimant est découvert; la télégraphie électrique en résultera.

Au nom d'Ampère, il convient d'associer ceux de Biot et SAVART, de SAVARY, d'Arago et de Fresnel, qui prirent part aux discussions soulevées par ces remarquables découvertes et apportèrent leur contribution aux premiers progrès de la nouvelle science.

POUILLET étudie expérimentalement les lois qui règlent l'intensité des courants, suivant la force électromotrice et la résistance employées. Il doit partager avec Ohm l'honneur de leur découverte. Le traité de physique de Pouillet, traduit en allemand par Müller, jouit longtemps chez nos voisins d'outre-Rhin d'une faveur telle que les éditions allemandes se succèdent, s'alourdissant peu à peu des additions du traducteur et devenant successivement le *Pouillet-Muller* et le *Muller-Pouillet*.

Antoine-César BECQUEREL, le premier d'une lignée qui a fourni à la France quatre savants du plus grand mérite, imagine la première pile constante et enrichit la science électrique de contributions trop nombreuses et trop variées pour trouver leur place ici. Son *Traité de l'électricité et du magnétisme* en sept volumes a fait époque. C'est une mine de renseignements pour l'histoire de la physique.

Signalons enfin la très curieuse découverte, par PELTIER, d'un phénomène calorifique réversible, produit aux soudures de deux métaux et réciproque des phénomènes thermoélectriques découverts par l'Allemand Seebeck. La thermodynamique fera plus tard saillir l'importance théorique du phénomène de Peltier.

✿ ✿ ✿

A l'époque où nous sommes parvenus, aux environs de 1845, la physique est en possession de lois nombreuses, dont la découverte a demandé plus de génie que de ressources expérimentales. Beaucoup d'entre elles ont été établies à l'aide d'un matériel rudimentaire. Mais, pour aller plus loin, le besoin d'un outillage perfectionné et surtout d'une critique expérimentale rigoureuse, commence à se faire sentir. La réforme nécessaire est l'œuvre à peu près exclusive d'un Français, REGNAULT, et c'est surtout dans l'étude de la chaleur que les progrès de la technique expérimentale qu'il inaugura furent d'abord féconds.

Jusque-là, presque tous les savants avaient foi à la simplicité des lois naturelles. Une telle confiance n'était pas sans danger. Des doutes timides relativement à l'exactitude rigoureuse de la loi de Mariotte commençaient pourtant à se manifester. Pouillet porte un premier coup à cette loi en montrant que les divers gaz, soumis à de hautes pressions, se compriment inégalement, mais le préjugé est si fort que des hommes, tels que DULONG et ARAGO, hésitent à mettre sur le compte d'une inexactitude de la loi, les écarts systématiques que semblaient révéler leurs expériences relatives à la compressibilité de l'air. Il n'était pas inutile de signaler

cet état d'esprit pour apprécier l'importance de la révolution accomplie par Regnault.

Dès ses premières recherches, ce savant met en évidence non seulement l'inexactitude de la loi de Mariotte, mais encore l'inégalité de la dilatation des divers gaz entre la température de la glace fondante et celle de l'eau bouillante, l'inégalité même du coefficient de dilatation d'un même gaz, suivant la pression initiale et suivant qu'on l'étudie à pression constante ou à volume constant.

Regnault étendit ses études de précision aux densités des gaz et des vapeurs, aux chaleurs spécifiques, aux chaleurs latentes et généralement à toutes les données numériques utilisables pour la théorie ou l'emploi des machines à feu. Pour ce travail immense, subventionné par l'État, il sut s'entourer d'une pléiade de jeunes savants français et étrangers qui briguaient l'honneur de se former à son école et répandirent ensuite dans leur pays la technique des méthodes nouvelles. Il n'y a pas d'exagération à dire que, pendant vingt-cinq ans au moins, les méthodes et l'autorité de Regnault dominèrent toute la physique et s'imposèrent partout dans la recherche et dans l'enseignement. Le scrupule d'une précision jusque-là inconnue devint la préoccupation dominante de la jeune école, peut-être parfois au détriment des hypothèses hardies et des généralisations aventureuses que le succès couronne aussi quelquefois. C'était la rançon inévitable d'une réforme qui fut d'ailleurs le prélude et la condition essentielle des plus brillantes découvertes.

Pendant la période qui nous occupe, ce fut surtout à l'étranger que prit naissance la notion de l'équivalence de la chaleur et du travail et que furent exécutées les principales expériences de démonstration et de mesure à ce sujet. Cependant, parmi les promoteurs les plus ardents et les plus heureux de la théorie mécanique de la chaleur, le nom de HIRN a droit à une place d'honneur. Sa mesure de l'équivalent mécanique par le choc est justement célèbre. On ne doit pas oublier surtout qu'il fut et qu'il est demeuré *le seul* à tenter la mesure particulièrement épineuse de l'équivalent

par la transformation, dite inverse, de la chaleur en travail. Ses mesures, exécutées dans des conditions irréprochables au point de vue scientifique, mais sur des machines à vapeur en service industriel, eurent seules le pouvoir de convertir aux idées nouvelles les praticiens jusque-là fidèles à la théorie, déjà condamnée, de l'indestructibilité du calorique.

Dans le domaine de la thermodynamique théorique ou appliquée, nous devons encore signaler les travaux de FAVRE sur les piles, et particulièrement sur l'inégalité de la chaleur chimique et de la chaleur voltaïque; la découverte, par MASSIEU, des fonctions caractéristiques et les remarquables travaux de MOUTIER.

Mais c'est surtout dans le domaine nouveau de la physico-chimie que la France va désormais exceller.

PASTEUR, qu'immortalisèrent bientôt ses recherches de chimie biologique, débute dans la science par des travaux sur le rôle de la dyssymétrie cristalline non superposable pour déterminer le signe du pouvoir rotatoire. Il accomplit le dédoublement de corps en apparence inactifs en deux isomères de rotation inverse.

Henri SAINTE-CLAIRE-DEVILLE découvre le phénomène de la dissociation, dont son élève DEBRAY trouve peu après la loi fondamentale. ISAMBERT, TROOST, HAUTEFEUILLE poursuivent et étendent ces recherches qui englobent les transformations allotropiques. Les travaux de la jeune école jettent entre la physique et la chimie un pont indestructible. Insensiblement se comblera le fossé profond, mais artificiel, qui les avait pendant plus d'un demi-siècle presque isolées l'une de l'autre.

Parmi les chefs d'école qui ont le plus contribué à accélérer ce mouvement, il faut, en première ligne, citer BERTHELOT, l'auteur de la Synthèse en Chimie organique. Non content de remettre en honneur en France les mesures termochimiques inaugurées au siècle précédent par les mesures de chaleurs de combustion dues à Lavoisier, Berthelot, par ses recherches sur l'éthérification, imprime une impulsion efficace à l'étude des équilibres chimiques. Son ambition ne tend à rien moins qu'à créer une vraie *Mécanique chi-*

mique et tel est, en effet, le titre d'un de ses ouvrages les plus importants.

CAILLETET inaugure ses admirables études sur la liquéfaction des derniers gaz réputés permanents jusqu'à cette époque. S'il n'obtient pas encore l'hydrogène à l'état de liquide statique, il provoque tout au moins dans la masse du gaz le brouillard passager révélateur d'une liquéfaction qu'il ne restera plus qu'à stabiliser.

GERNEZ publie ses curieuses recherches sur le rôle de l'air dans les phénomènes de l'ébullition, sur la surfusion et la sursaturation, les vitesses de cristallisation, etc. Cailletet et Gernez sont des élèves directs de Sainte-Claire-Deville.

Par la double découverte de l'Ébullioscopie et de la Cryoscopie, RAOULT dote la chimie de deux méthodes physiques infiniment précieuses pour la détermination des poids atomiques.

Pendant la même période, les études d'optique qui, dans la première moitié du XIX[e] siècle ont jeté tant d'éclat sur la Science française, se continuent en mettant en œuvre une technique perfectionnée.

Deux savants français, FIZEAU et FOUCAULT, tantôt collaborateurs et tantôt rivaux, s'attaquent aux problèmes les plus ardus. On doit à leur effort commun la remarquable méthode des spectres cannelés, pour l'étude des interférences avec de grandes différences de marche, méthode qui, de nos jours, a permis d'évaluer le mètre en longueurs d'onde. Mais on leur doit surtout d'avoir inauguré la mesure de la vitesse de la lumière, par des méthodes purement terrestres. Au moyen de la roue dentée, Fizeau mesure cette vitesse en faisant parcourir à la lumière une base de quelques kilomètres seulement ; tandis que Foucault, à l'aide du miroir tournant, enferme tout le trajet lumineux dans les étroites limites d'un cabinet d'étudiant. Cette prodigieuse variante du *Voyage autour de ma chambre* lui fournit l'occasion d'une expérience justement célèbre. L'étroit espace dans lequel il opère lui permet en effet de comparer directement la vitesse de la lumière dans l'eau et

dans l'air. Suivant que l'une ou l'autre sera la plus grande, l'une des deux théories de l'émission et des ondulations sera condamnée. Foucault prouve que la lumière se propage plus rapidement dans l'air que dans l'eau. La théorie de l'émission succombe définitivement.

De son côté, Fizeau étudie la propagation de la lumière dans les corps en mouvement et démontre ainsi l'entraînement de l'éther par la matière transparente. Le principe qu'il développe concernant le mouvement relatif du corps lumineux et de l'observateur permettra plus tard de mesurer la vitesse relative du mouvement des corps célestes (étoiles, comètes ou nébuleuses) par rapport à la Terre, de mesurer directement la vitesse de rotation des diverses couches de l'atmosphère solaire, etc.

Billet, Jamin, Verdet, auteurs de traités célèbres, et plus récemment Cornu poursuivent la tradition de ces grands hommes et dans les champs les plus variés de l'optique se signalent par des travaux qu'il serait fastidieux d'énumérer.

Edmond Becquerel, fils d'Antoine-César, étudie expérimentalement les phénomènes mystérieux de la phosphorescence et de la fluorescence. Il leur consacre en grande partie son livre *la Lumière, ses causes, ses effets*, ouvrage tout plein de faits nouveaux et d'expériences ingénieuses.

De la Provostaye et Pierre Desains prouvent, contrairement à un préjugé autrefois très répandu, l'identité de la chaleur rayonnante et de la lumière. Notons qu'une fois la théorie de l'émission lumineuse rejetée, la preuve de cette identité eût suffi à mettre à néant l'hypothèse de la matérialité du calorique, indépendamment des démonstrations du principe de l'équivalence dont le triomphe est précisément contemporain des recherches de La Provostaye et Desains. Celles-ci s'étendirent d'ailleurs à la plupart des sujets d'étude que comporte la chaleur rayonnante : pouvoirs émissifs, absorbants, réflecteurs, etc. Les expériences de La Provostaye et Desains, sur l'intensité du rayonnement calorifique d'un corps noir, ont plus tard servi de pierre de touche à l'exactitude d'une loi célèbre proposée par l'Autrichien Stefan.

Dans le domaine de l'électricité, ABRIA, MASSON, Foucault, Fizeau apportent d'importantes contributions à l'étude des phénomènes d'induction découverts par l'Anglais Faraday. De l'ensemble de leurs efforts résulte la création de la bobine d'induction, réalisée en France par le constructeur Ruhmkorff. Les transformateurs industriels de notre époque ne sont, au fond, que des variantes de cet instrument.

On doit à Foucault la découverte du frottement électromagnétique, lié à la production, au sein des masses métalliques en mouvement dans un champ magnétique, de courants induits connus des industriels sous le nom de courants de Foucault. Rapportons encore au nom de ce savant la fameuse expérience qui sert à démontrer la rotation de la Terre par le mouvement apparent du plan d'oscillation d'un pendule.

✿ ✿ ✿

La fin du XIXe siècle est marquée d'abord par le développement rapide des applications de l'électricité, puis par toute une série de découvertes inattendues, telles que celles des nouveaux gaz de l'atmosphère, des substances radioactives, etc.

Dans la création et le développement des applications de l'électricité, la France a joué un grand rôle, manifesté notamment par la réunion à Paris du premier congrès des électriciens. Dans ce congrès, où MASCART et lord Kelvin prennent un rôle prépondérant, sera inauguré le système des unités électriques pratiques reliées aux unités absolues électromagnétiques. C'était le complément nécessaire du Système Métrique, créé près d'un siècle auparavant par la Convention Nationale Française et adopté progressivement par tous les pays civilisés. Sur cinq noms que l'on assigna dès lors aux plus importantes des nouvelles unités, deux furent très justement attribués à la France. Ils populariseront à jamais les noms de Coulomb et d'Ampère. Deux des trois autres noms consacrent la gloire d'un Italien, Volta, et d'un Anglais, Faraday. L'Allemagne obtient le cinquième avec Ohm.

C'est en France, que fut construite la première dynamo industrielle à courants continus, la machine GRAMME ; que fut réalisé le premier transport électrique de l'énergie par M. Marcel DEPREZ. C'est encore en France que furent fondés et la première Société consacrée à l'étude des applications de l'électricité, la *Société internationale des électriciens,* et le premier laboratoire de mesures électriques sous le contrôle de l'État, le *Laboratoire central d'électricité.* Ce laboratoire, confié à la Société internationale des électriciens, a eu l'honneur de représenter notre pays dans tous les congrès et conférences électriques réunis depuis cette époque en différents points du globe.

Plusieurs savants français, nos contemporains, Mascart, PELLAT, MM. LIPPMANN, BENOIT, JANET, VIOLLE, BLONDEL, ont pris une part active, parfois prépondérante, aux mesures entreprises pour la fixation de l'Ohm et généralement des divers étalons électriques ou lumineux.

Parmi les savants auxquels la science contemporaine doit ses plus grands progrès, nous citerons d'abord ceux qu'une mort prématurée a enlevés, et parmi eux, en toute première ligne, le mathématicien Henri POINCARÉ. Ses livres de philosophie scientifique et de vulgarisation sont dans toutes les mains. Ils manifestent une profondeur de pensée, une hauteur de vues, une hardiesse de conception qui les mettent hors de pair parmi les ouvrages similaires. Les Cours de physique mathématique professés à la Sorbonne par Henri Poincaré ont été recueillis par ses élèves. Ils touchent aux questions les plus délicates débattues de nos jours et portent partout l'empreinte de la puissante originalité de leur auteur.

Henri BECQUEREL, fils d'Edmond et troisième du nom, Pierre CURIE morts tous deux avant l'heure, ont partagé avec Mme Sklodowska CURIE le prix Nobel décerné à leurs travaux de radioactivité.

H. Becquerel était déjà connu des physiciens par tout un ensemble de belles recherches parmi lesquelles il convient de signaler la découverte de la polarisation rotatoire magnétique de l'atmosphère. Pierre Curie avait publié

en commun avec son frère Jacques de remarquables travaux, notamment sur la pyroélectricité et la piézoélectricité des cristaux et, en son nom seul, une étude profonde sur la symétrie dans les phénomènes physiques, enfin les plus belles expériences que l'on possède sur les propriétés des corps ferromagnétiques, para et diamagnétiques. Mme Curie était une débutante quand elle aborda les études qui devaient amener la découverte du polonium, puis la découverte et la préparation du radium. Elle a continué à grouper autour d'elle une élite de jeunes savants formés sous sa direction à l'étude des innombrables problèmes qui se rattachent à la radioactivité : parmi eux, nous devons signaler M. DEBIERNE, l'auteur de la découverte de l'actinium.

AMAGAT s'est consacré à l'étude de la *Statique des fluides*. Ses réseaux d'isotherme ont été poussés jusqu'à 3 000 atmosphères et constituent le plus riche matériel expérimental amassé, depuis Regnault, en vue de la Thermodynamique et de ses applications.

Il ne nous appartient pas d'établir entre les savants encore vivants des distinctions que l'histoire établira plus tard. Nous ne craignons cependant pas d'être démentis par elle, en affirmant que notre pays a su conserver dans le monde savant la place éminente que lui conquirent nos devanciers, et qu'il a continué à se montrer fécond en génies primesautiers et créateurs.

Comment pourrait-on passer sous silence des noms tels que celui de M. Lippmann, qui, pour ses débuts, créa une science nouvelle, l'Électrocapillarité, et dota les laboratoires d'un instrument, l'électromètre capillaire, dont la précision est admirable. M. Lippmann a tiré, plus tard, du principe de la conservation de l'électricité, des conséquences aussi curieuses qu'imprévues, doté l'astronomie de dispositifs nouveaux, découvert enfin sa célèbre méthode interférentielle de photographie des couleurs.

On ne saurait oublier, dans le domaine de la Thermodynamique et de la Chimie Physique, le nom de M. Henri LE CHATELLIER, celui de M. VIEILLE ; et, parmi les savants qui

ont marqué leur place dans les régions les plus variées de notre science, les noms de MM. WOLF, BOUSSINESQ, VIOLLE, VILLARD, BRANLY, DESLANDRES, DE GRAMONT, BOUTY, GOUY, DUHEM, BLONDLOT, BENOIT, tous membres ou correspondants de l'Institut de France.

Parmi les savants plus jeunes, il faudrait citer en bloc : MM. ABRAHAM, Jean BECQUEREL, quatrième du nom, BROCA, Daniel BERTHELOT, DE BROGLIE, BOUASSE, G. CLAUDE, COTTON, FABRY, LANGEVIN, A. LEDUC, MATHIAS, MESLIN, SAGNAC, tant d'autres encore qui mériteraient également d'être tirés de pair.

Nous mentionnerons cependant, d'une manière plus spéciale, trois savants jeunes encore, parce qu'ils ont su grouper autour d'eux des disciples et susciter de nombreux travaux.

M. BRILLOUIN, bien que spécialisé surtout dans les études de physique mathématique, a cependant encouragé et dirigé de nombreuses recherches expérimentales, objets de thèses de doctorat remarquées.

Notre compatriote, M. Pierre WEISS, s'est fait un domaine dans l'étude du Magnétisme et des phénomènes qui en dépendent. Il dirige, avec éclat, le laboratoire de physique du Polytechnicum de Zurich, où de nombreux savants sont venus lui demander une direction.

M. Jean PERRIN, professeur de chimie physique à la Sorbonne s'est signalé dès ses débuts par la découverte de l'électrisation des rayons cathodiques ; plus récemment, par d'importantes contributions à la physique moléculaire. Par des méthodes particulièrement ingénieuses, il parvient à dénombrer les molécules contenues dans un centimètre cube de gaz. Il démontre ainsi, de façon à secouer dans leur torpeur les esprits les plus rebelles à l'hypothèse, ce qu'il appelle *les réalités moléculaires*. Son livre, intitulé *les Atomes*, est un chef-d'œuvre de clarté, de logique et d'élégance.

Le tableau trop rapide que nous venons d'esquisser serait incomplet si nous ne disions quelques mots de l'activité scientifique collective manifestée surtout par les tra-

vaux que la SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE a pris sous son patronage.

Instituée par d'ALMEIDA, au lendemain de nos désastres, la Société française de physique, dont le *Journal de physique* fondé presque en même temps est devenu l'organe, a été la première en date des sociétés similaires créées dans divers pays. C'est à l'initiative prise par la Société de physique, et plus particulièrement au zèle de MM. GUILLAUME et Lucien POINCARÉ que sont dus l'organisation et le succès du seul congrès de physique qui ait été tenu jusqu'ici dans le monde. Quatre volumes de rapports, dus à des savants de tous les pays, ont consacré l'œuvre de ce congrès, dont l'objet fut de mettre au point l'ensemble des résultats acquis dans les recherches les plus récentes. Après quinze années écoulées, les physiciens font de ce recueil un usage constant. On le consultera longtemps encore avec fruit.

La Société de physique a résolu de continuer à elle seule l'œuvre du congrès de 1900. Elle a institué à cet effet des conférences périodiques qu'elle publie. Deux volumes consacrés aux ions, électrons et corpuscules contiennent la réédition ou la traduction des mémoires fondamentaux publiés à ce sujet, mais dispersés jusque-là dans les recueils spéciaux écrits en diverses langues.

Déjà la Société de physique avait réuni en volumes les mémoires de Coulomb, ceux de Pierre Curie, les mémoires fondamentaux relatifs au pendule et à l'électrodynamique. Il faut y ajouter trois volumes de nombres coordonnés relatifs aux constantes de l'optique, œuvre de DUFET, et dernièrement un *Recueil de constantes physiques,* œuvre collective d'un très grand nombre de savants. Cet ouvrage est destiné à fournir aux physiciens un ensemble de données choisies parmi les plus sûres et soigneusement contrôlées aux sources originales. Grâce aux soins scrupuleux de MM. ABRAHAM et SACERDOTE, toutes ces données ont été unifiées en accord avec le système d'unités C. G. S. Ce recueil constitue ainsi une œuvre originale jusqu'ici unique en son genre.

Edmond BOUTY.

BIBLIOGRAPHIE

DESCARTES (1596-1650). — *Opuscula posthuma physica et mathematica*, in-4°. Amstelodami, 1901.

PASCAL (1623-1662). — *Expériences nouvelles touchant le vuide.* 1647.

— *Traitez de l'équilibre des liqueurs et de la pesanteur de la masse de l'air.* 1654.

Denis PAPIN (1647-1714). — **Nouvelle manière d'élever l'eau par la force du feu.* 1707.

A. DE COULOMB (1736-1806). — *Travaux recueillis dans les *Mémoires relatifs à la Physique*, publiés par la Société française de physique, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1884.

A. LAVOISIER (1743-1794). — **Œuvres*, 4 vol. in-8°. Paris, Imprimerie Impériale, 1862-1893.

LAGRANGE (1726-1813). — *Œuvres*, publiées par J.-A. Serret, 14 vol. in-8°. 1867-1892.

P. DE LAPLACE (1749-1827). — **Œuvres*. Nouvelle édition publiée par l'Académie des Sciences, 14 volumes et tables in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1878-1912.

J.-B. GAY-LUSSAC (1778-1850) et L.-J. THÉNARD. — **Recherches physico-chimiques*, 2 vol. in-8°. Paris, Désterville, 1811.

E.-L. MALUS. — **Théorie de la double réfraction de la lumière dans les substances cristallisées*, in-4°. Paris, Garnery, 1810.

Sadi CARNOT (1753-1883). — **Réflexions sur la puissance motrice du feu*, in-4°. Paris, Bachelier, 1824.

J. FOURIER. — **Œuvres*, publiées par Gaston Darboux, 2 vol. in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1888-1890.

A. AMPÈRE (1775-1836). — **Théorie des phénomènes électro-dynamiques, uniquement déduite de l'expérience*, 1826, in-8°. Paris, Hermann, 2e édition, 1883.

A. FRESNEL (1788-1827). — **Œuvres complètes*, publiées par H. de Sénarmont, E. Verdet et L. Fresnel, 3 vol. in-4°. Paris, Imprimerie Impériale, 1866-1870.

BIOT (1774-1862), SAVART (1791-1841), ARAGO (1786-1853). — **Travaux concernant l'électro-dynamique*, recueillis par J. Joubert, 2 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1885-1887.

V. REGNAULT. — * *Relation des expériences entreprises pour déterminer les principales lois et les données numériques qui entrent dans le calcul des machines à vapeur.* (Mémoires de l'Académie des Sciences, t. XXI, 1847 et XXVI, 1862.)

D. GERNEZ. — *Recherches sur le pouvoir rotatoire des liquides actifs et de leurs vapeurs*, in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1864.

E. MASCART. — * *Recherches sur le spectre solaire ultra-violet. Détermination des longueurs d'onde des rayons lumineux et des rayons ultra-violets*, in-4°. Paris, Impr. Thunot, 1864.

A. CORNU. — * *Recherches sur la réflexion cristalline*, in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1867.

J. VIOLLE. — * *Sur l'équivalent mécanique de la chaleur*, in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1870.

E.-H. AMAGAT. — * *Recherches sur la dilatation et la compressibilité des gaz*, in-4°. Fribourg, Marmier et Bielmann, 1872.

L. FOUCAULT (1819-1868). — * *Recueil de travaux scientifiques*, in-4° et atlas. Paris, Gauthier-Villars, 1878.

A. CAUCHY (1789-1857). — * *Œuvres complètes*, publiées sous la direction de l'Académie des Sciences, 23 vol. in-4°. Paris, Gauthier-Villars.

G. HIRN. — * *Exposition analytique et expérimentale de la théorie mécanique de la chaleur*, 2 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1875-1876.

SAINTE-CLAIRE-DEVILLE. — *Mémoires*, parus dans les Comptes rendus de l'Académie des Sciences, les « Annales des Mines », les « Annales de Chimie et de Physique ».

E. BECQUEREL. — * *La Lumière, ses causes et ses effets*, 2 vol. in-8°. Paris, Didot, 1857-1858.

M. BERTHELOT. — * *Thermochimie, données et lois numériques*, 2 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1897.

G. LIPPMANN. — * *Relations entre les phénomènes électriques et capillaires*, in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1875.
— * *Thermodynamique*, 1888, in-8°. Paris, Carré, 1905.

Henri POINCARÉ. — * *Leçons sur les hypothèses cosmogoniques*, in-8°. Paris, Hermann, 1912.
— * *Thermodynamique*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1908.
— * *Leçons sur la théorie mathématique de la lumière*, 2 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1889-1892.

Henri Poincaré. — **Électricité et optique*, 2 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1890-1891.
— **Leçons sur la théorie de l'élasticité*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1872.
— **Théorie des tourbillons*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1893.
— **Les oscillations électriques*, in-8°. Paris, Carré, 1894.
— **Capillarité*, in-8°. Paris, Carré, 1895.
— **Théorie du potentiel newtonien*, in-8°. Paris, Carré, 1898.
— **Calcul des probabilités*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 2e édit., 1912.
— **Théorie analytique de la propagation de la chaleur*, in-8°. Paris, Carré, 1895.
— **Figures d'équilibre d'une masse fluide*, in-8°. Paris, Naud, 1902.

P. Curie. — **Œuvres*, publiées par la Société française de physique, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1908.

Mme Curie. — **Traité de Radioactivité*, 2 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1910.

H. Becquerel. — **Recherches sur l'absorption de la lumière*, in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1888.
— **Recherches sur une propriété nouvelle de la matière*. (Mémoires de l'Académie des Sciences, tome XLVI. 1903.)

Jean Perrin. — *Rayons cathodiques et rayons de Rœntgen*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1897.
— **Traité de Chimie physique. Les principes*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1903.
— **Les atomes*, in-12. Paris, Alcan, 1913.

A. Cotton. — **Recherches sur l'absorption et la dispersion de la lumière par les milieux doués du pouvoir rotatoire*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1896.

F. Raoult. — **Tonométrie*, in-12. Paris, Carré et Naud, 1900.
— **Cryoscopie*, in-12, Paris, Naud, 1901.

E.-H. Amagat. — **Notes sur la physique et la thermodynamique*, extraits des Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Paris, Hermann, 1912.

ŒUVRES COLLECTIVES

**Recueil de données numériques relatives à l'optique*, 3 fasc., en 1 vol., publié par la Société de physique.

**Recueil de Constantes physiques,* 1 vol. publié par la Société de physique, sous la direction de H. Abraham et P. Sacerdote, in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1913.

**Les quantités élémentaires de l'électricité :* Ions, électrons, corpuscules. Mémoires publiés par H. Abraham et P. Langevin, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1905.

**Les idées modernes sur la constitution de la matière.* Conférences publiées par la Société de physique, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1913.

Les ouvrages marqués d'un astérisque sont ceux qui figurent, en totalité ou en partie, dans la Bibliothèque de la Science française, à l'Exposition de San Francisco.

LA CHIMIE

Lavoisier est considéré, à juste titre, comme le fondateur de la Chimie moderne. Mais lui-même eut des maîtres éminents, parmi lesquels Rouelle, et il avait eu en France un précurseur, le médecin Jean Rey qui, en 1630, dans un mémoire resté longtemps inconnu avait signalé, avant Boyle et Mayow, la cause de l'augmentation de poids des métaux par la calcination. Le grand mérite de Lavoisier fut de reconnaître clairement la signification et la généralité de ce phénomène, et surtout de comprendre l'importance de la pesée. Avec lui la chimie devient quantitative; une méthode expérimentale impeccable fondée sur la comptabilité des masses permet de fixer la notion d'élément et assure le principe même de l'analyse. Dans sa carrière trop courte il eut le temps de démontrer lui-même toute la portée de sa méthode, et ses mémoires sont de véritables modèles de lucidité élégante et de logique féconde. A la science renouvelée par son génie il fallait un langage nouveau plus expressif et plus clair. Guyton de Morveau, Fourcroy, Berthollet, et la pléïade des savants de cette époque s'ingénièrent à le créer; ils adoptèrent une « nomenclature » raisonnée dont l'usage s'est conservé jusqu'aujourd'hui.

En même temps la recherche chimique, assurée désormais dans sa marche, s'active dans tous les domaines qui lui sont ouverts. C'est en chimie minérale où la diversité des éléments est si grande, que l'analyse va d'abord porter la lumière. Non seulement les éléments des minéraux vulgaires vont être isolés, mais, grâce à la précision croissante des caractères et à l'identification plus certaine des espèces,

on verra surgir des éléments nouveaux. On peut dire que, dans l'une et dans l'autre voie, la contribution des chimistes français, continuateurs de Lavoisier, a été considérable. Après que Davy, en Angleterre, eut isolé le potassium par l'électrolyse, ce furent GAY-LUSSAC et THÉNARD qui indiquèrent véritablement la préparation des métaux alcalins. A l'aide du sodium, SAINTE-CLAIRE-DEVILLE réussit à son tour à donner une préparation pratique de l'aluminium. Et avec le sodium encore, PÉLIGOT prépare l'uranium métallique, après avoir montré que le soi-disant uranium électrolytique est seulement un oxyde. Enfin MOISSAN, par l'électrolyse, isole le plus actif des métalloïdes, le fluor, qu'aucun chimiste avant lui n'avait pu mettre en liberté. La plupart de ces réductions se faisaient par la voie sèche; aussi les chimistes acquirent-ils une grande habileté dans la technique du feu et dans l'exploration des hautes températures. C'est ainsi qu'ils réussirent à affiner le platine (DEVILLE et DEBRAY) et qu'ils apprirent à reconstituer les minéraux des roches (EBELMEN, DEVILLE et CARON, FRÉMY et VERNEUIL, HAUTEFEUILLE, etc.). Et plus récemment, Moissan, après avoir cherché le diamant, qu'il semble bien avoir reproduit, sut tirer du four électrique les métaux réfractaires, les carbures métalliques et toute une série d'espèces.

Parmi les éléments inconnus que l'analyse fit surgir, les premiers et les plus importants furent le brome, découvert par BALARD, et l'iode, que découvrit COURTOIS et dont Gay-Lussac fit une magistrale étude. Ainsi se complétait, d'une manière frappante, la famille des éléments halogènes. Ce fut l'origine de la classification des métalloïdes par DUMAS. Cette classification était destinée à entrer dans un cadre plus vaste, avec la loi périodique de Mendéleieff. Mais il convient de signaler qu'avant Mendéleieff la loi périodique fut reconnue en France par BEGUYER DE CHANCOURTOIS (1). Il enroule une hélice sur un cylindre vertical, y distribue les symboles des éléments à des altitudes propor-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, avril 1862.

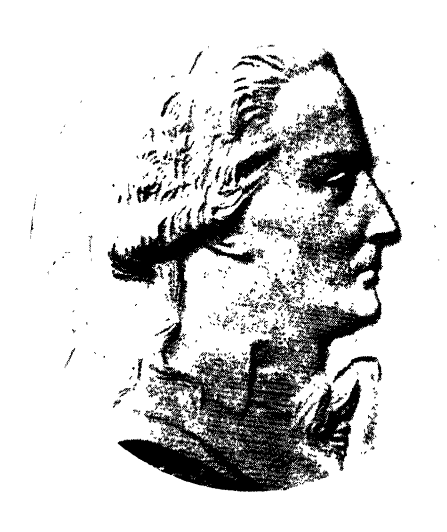
tionnelles aux poids atomiques et reconnaît que les éléments analogues de chaque groupe viennent se placer ensemble périodiquement, sur une même génératrice du cylindre (vis tellurique). Cependant, les progrès de la physique fournissent des procédés d'identification de plus en plus délicats, et grâce au spectroscope (Bunsen), LECOQ DE BOISBAUDRAN va découvrir le gallium, et LAMY le thallium, à la place prévue dans la classification. De même, dans le groupe si complexe et si étroitement uni des terres rares, le spectroscope permettra de discerner les éléments jumeaux. Lecoq de Boisbaudran, DEMARÇAY, URBAIN, ont excellé dans ces recherches. On leur doit la définition du samarium (Lecoq de Boisbaudran), des composants du didyme (Demarçay), du lutécium (Urbain). Enfin, la radioactivité, découverte par BECQUEREL sur l'uranium, révèle à CURIE et à Mme CURIE, dans les minerais d'uranium, un élément radioactif inconnu, le radium. La découverte du radium est grosse de conséquences. C'est une science nouvelle qui commence, la science des éléments périssables et de leur filiation.

Les éléments étant trouvés, la tâche des chercheurs est de reconnaître toutes les voies par lesquelles ils entrent en combinaison. Parmi les composés qui prennent naissance, il en est de plus importants que leur activité désigne comme générateurs d'espèces nouvelles. Ce sont ceux-là qui ont particulièrement fixé l'attention de nos chimistes. Tels les acides dont l'étude fut par eux incessamment poursuivie (DUMAS, PÉLIGOT, MILLON, CLÉMENT et DESORMES, BERTHELOT) ; ou les peroxydes comme l'eau oxygénée (THÉNARD) et l'ozone (HAUTEFEUILLE et CHAPUIS) ; ou les complexes métalliques instables, composés du platine (DEBRAY, JOLY et leurs élèves), composés de chrome (RECOURA), etc.

Mais, pour la conquête et la systématique des espèces nouvelles, c'est la chimie organique qui fournit un inépuisable domaine ; et là va s'affirmer mieux encore la tendance française vers la généralisation et la clarté. Quand on considère l'infinie variété des matériaux organiques naturels et la complexité de leurs mélanges, on comprend que la

première difficulté fut d'en extraire des espèces définies. Les chimistes s'efforcèrent d'abord de les atteindre (principes immédiats). Dans cette voie il faut citer VAUQUELIN et PROUST, qui furent des analystes très habiles, et surtout CHEVREUL, qui sut aborder le problème de la diagnose des matières grasses, et se révéla comme un maître. Après eux la détermination des produits animaux et végétaux occupa des chimistes de grand talent comme BRACONNOT, DESSAIGNES, PELLETIER et CAVENTOU, ROBIQUET, plus tard BERTHELOT, BOUCHARDAT, Armand GAUTIER, MAQUENNE, etc. Les principes immédiats étant isolés, on les soumet ensuite aux réactifs, qui les transforment. Généralement, ils se résolvent en composés plus simples. Les graisses se dédoublent ainsi en glycérine et acides gras. C'est la grande découverte de Chevreul. De même, l'hydrolyse dédouble les glucosides. Elle décompose la gélatine, d'où Braconnot extrait le premier des aminoacides le glycocolle. Un peu plus tard, SCHUTZENBERGER, dans un travail resté célèbre, étudie la dégradation ménagée des matières albuminoïdes, caractérise les aminoacides qui en dérivent et prépare la voie aux recherches modernes sur les polypeptides. Mais ces dégradations ne font que multiplier les espèces, et plus elles se multiplient, plus se fait sentir le besoin de les classer.

Une idée maîtresse guida les premiers essais de classification, l'idée de la *fonction* chimique. La fonction désigne, non pas seulement une propriété, mais un ensemble de propriétés communes à un groupe de substances. Ainsi, de la comparaison de l'esprit de bois avec l'alcool de vin, et de celui-ci avec l'huile de pommes de terre est née la notion d'alcool ou de fonction alcool. Cette notion de la fonction alcool, qui fut nettement précisée par Dumas et Péligot, dans leur travail classique sur l'esprit de bois, se montra singulièrement féconde. En effet, si l'alcool se multiplie par voie d'homologie, chacun de ses dérivés (aldéhyde, acide, carbure, etc.) va se multiplier de même en séries parallèles. Dès lors, c'est tout un domaine de la chimie organique soumis à une coordination régulière, et tout un vaste programme dressé d'avance pour la recherche.



ANT.-L. LAVOISIER (1743-1794)

MÉDAILLON PAR
DAVID D'ANGERS

Pourtant, il ne suffit pas de préparer des cadres à la multiplicité des espèces. Il faut encore connaître les conditions de leur genèse et les lois de leur filiation. Elles trouvent leur parfaite expression dans la théorie atomique. Or, c'est en France que cette théorie a pris sa forme précise et son premier développement. Chercher des lois, c'est prendre des repères fixes parmi les métamorphoses de la matière, c'est mettre en évidence des invariants. Un premier invariant est la masse ; un autre invariant est le nombre proportionnel de l'élément dans ses combinaisons (Dalton) et si l'on considère en particulier la combinaison à l'état gazeux, la simplicité des rapports de volume (loi de Gay-Lussac) interprétée par l'hypothèse d'Ampère et d'Avogadro donne aux nombres proportionnels une signification physique d'où naît la notion de molécule et d'atome. — Les atomes élémentaires peuvent eux-mêmes former des groupes, sortes d'invariants provisoires qui se conservent d'une molécule à l'autre, et qu'on désigne sous le nom de *radicaux*. Le radical du cyanogène, mis en évidence par Gay-Lussac, en est un exemple. Comment les composés se forment-ils avec les atomes ou les radicaux ? La théorie dualistique de BERZÉLIUS, fondée sur les considérations d'électrochimie, et valable surtout pour la chimie minérale, insistait sur les combinaisons d'addition. Mais Dumas découvre l'acide chloracétique. L'importance de la notion de *substitution* s'impose à son esprit, et il la fait accepter par l'Allemand Liebig. Enfin, Aug. LAURENT et Charles GERHARDT lui donnent toute sa valeur en l'associant à une idée neuve et féconde, celle des *types* chimiques. Grâce à eux, la filiation réelle des espèces apparaît maintenant d'une façon claire. Elle se fait par la substitution des atomes ou des radicaux dans les types. WÜRTZ eut le bonheur de donner à la théorie son développement expérimental et d'en montrer toute la richesse. Parmi les espèces qu'il a créées, les amines sont justement le modèle achevé de la conservation du type chimique. Après lui, la théorie atomique subira encore une simplification, celle qu'y introduit Kekulé en rapportant le type à la valence des atomes. — Mais il reste un

progrès à accomplir pour arriver à l'intelligence claire de tous les assemblages d'atomes. PASTEUR, qui débute dans la science par l'étude cristallographique des tartrates isomères, conçoit la notion de la dyssymétrie moléculaire. Et c'est le Français LE BEL qui, en même temps que Vant' Hoff, donne à cette notion son image représentative (le carbone tétraédrique) et fonde la stéréochimie. — La liste serait longue de tous les travaux importants que la théorie atomique a suscités en France. Dumas et Würtz furent vraiment des chefs d'école et des inspirateurs de génie. On ose à peine citer, de peur d'oublier de grands noms, les savants qui ont collaboré à leur œuvre ou qui l'ont continuée (MALAGUTI, REGNAULT, CAHOURS, CHANCEL, et plus tard, FRIEDEL, GRIMAUX, JUNGFLEISCH, Armand GAUTIER, puis HALLER, BÉHAL, BOUVEAULT, BARBIER et GRIGNARD, etc.).

Dans toute cette floraison de découvertes, si les hypothèses ont servi de guides précieux, l'habileté et le tact des expérimentateurs ont joué un grand rôle. A cet égard, nous devons citer et mettre hors de pair un expérimentateur qui fut en même temps un penseur de génie, BERTHELOT. Il fut un des premiers à comprendre toute l'importance de la synthèse en chimie organique. Mais moins soucieux de multiplier les espèces que de donner la preuve philosophique de leur filiation à partir du carbone minéral, il s'attacha surtout à créer de toutes pièces les substances organiques les plus simples et les plus importantes. Il s'est borné presque toujours à des synthèses par addition (alcool, acide formique, benzine, etc.). Le nombre en est forcément limité, mais les moyens mis en œuvre, la lumière qu'ils projettent sur les mécanismes de réaction les plus délicats, sont d'un enseignement très important pour l'avenir de la chimie. Il n'est pas étonnant de trouver parmi les élèves mêmes de Berthelot de nombreux expérimentateurs de talent, et en particulier SABATIER, à qui l'on doit (en collaboration avec SENDERENS) l'étude pratique de l'hydrogénation par catalyse. — Berthelot eut peut-être le tort d'exagérer l'importance d'ailleurs très réelle des

données thermochimiques, mais il eut, d'autre part, le grand mérite de faire l'étude de la réaction chimique pour elle-même et pour son mécanisme. La même préoccupation inspirait en même temps que lui un autre chercheur de génie, SAINTE-CLAIRE-DEVILLE, qui découvrit que les composés de la chimie minérale réputés les plus stables subissent aux températures élevées une décomposition réversible (dissociation). Sainte-Claire-Deville aussi fit école et suggéra de nombreux travaux (Debray, TROOST, Hautefeuille, LEMOINE, etc.). L'étude des équilibres, dont l'importance avait déjà été pressentie par BERTHOLLET, se poursuit plus tard avec le concours de la thermodynamique et devient la base même de la chimie physique. On doit à LE CHATELIER, interprète de la pensée du mathématicien Gibbs, d'y avoir apporté, dès le début, des vues claires et fécondes.

Ainsi, dans tous les domaines de la théorie, nous trouvons en France des novateurs. Dans l'ordre des applications, nous les retrouvons encore. — En chimie minérale, Berthollet crée l'industrie du blanchiment par le chlore, LE BLANC crée l'industrie de la soude, SCHLOESING et ROLLAND, avant Solvay, préparent en grand la soude à l'ammoniaque. MARGUERITE et SOURDEVAL démontrent pratiquement la synthèse même de l'ammoniaque à partir de l'azote atmosphérique par l'intermédiaire des cyanures. Sainte-Claire-Deville crée l'industrie de l'aluminium, Moissan celle du carbure de calcium. Et OSMOND donne aux métallurgistes ce remarquable instrument de progrès, la métallographie. — En chimie organique, l'industrie des acides gras prend naissance avec Chevreul, et celle des matières colorantes avec VERGUIN, ROSENSTIEHL, LAUTH, etc. Enfin, c'est surtout dans la chimie biologique que se manifestent de la façon la plus frappante les influences réciproques de la pratique et de la science. Ainsi l'étude du sol et des engrais pose le grand problème des migrations de l'azote. BOUSSINGAULT, Berthelot, Schloesing et MUNTZ sont les principaux savants qui l'ont éclairci. C'est également le souci des applications qui n'a cessé de diriger le grand Pasteur dans

ses travaux. Parti de la séparation biologique des tartrates isomères, il est conduit d'abord à l'étude des fermentations, puis des maladies des vins et des bières, enfin des virus et des vaccins. Il est inutile d'insister sur les bienfaits que l'humanité doit à ses travaux et à ceux de ses élèves (Duclaux, Metchnikoff, Roux, etc.). Mais notons que par un heureux retour, la chimie théorique elle-même y trouve matière à de nouveaux progrès. En effet, la considération des ferments figurés ramène inévitablement à celle des ferments solubles et remet en question le mécanisme des réactions par catalyse et le rôle des infiniment petits chimiques (travaux de G. Bertrand, Bourquelot, etc.).

Et maintenant, l'historien qui voudrait faire le recueil de tous ces travaux, dans quels monuments écrits en trouverait-il la trace ? Très peu de mémoires ont été publiés isolément. Dans une bibliothèque de chimie, on ne trouve guère à l'état isolé que quelques livres d'enseignement. Toutes les recherches sont exposées dans les revues et publications collectives. Encore peut-on s'étonner du peu de place matérielle qu'elles occupent. Ainsi les *Annales de Chimie et de Physique* qui pourtant publient les principaux mémoires dans les deux ordres de sciences, n'éditent guère, en moyenne, que deux ou trois modestes volumes par an. C'est que la tradition française a toujours été d'écrire court. C'est que la critique de nos maîtres s'est exercée à ne retenir que les résultats qui comptent et les idées qui éclairent. Leur devise n'est pas : « toujours plus de faits », mais bien : « toujours plus de lumière ! »

André JOB.

BIBLIOGRAPHIE

Lavoisier (1743-1794). — * *Œuvres*, publiées par le Ministère de l'Instruction publique, 6 vol. in-4°. Impr. Nationale, 1862-1893.

Guyton de Morveau, Lavoisier, Berthollet et Fourcroy, — *Méthode de nomenclature chimique*. Paris, in-8°, 1787.

GUYTON DE MORVEAU. — *Éléments de Chimie théorique et pratique*, 3 vol. in-12. Dijon, 1777.

BERTHOLLET (1749-1822). — *Recherches sur les lois de l'affinité*, in-8°. Paris, 1801.

— *Essai de Statique chimique*, 2 vol. in-8°. Paris, F. Didot, 1803.

FOURCROY. — *Philosophie chimique ou Vérités fondamentales de la chimie moderne*, in-8°. Paris, 1792.

— *Système des connaissances chimiques*. Paris, Baudoin, 1801-1802.

PROUST (1754-1826). — *Faits pour servir à l'histoire des métaux*. Journal de Physique, 1804 et suiv.

VAUQUELIN (1763-1829). — * *Manuel de l'essayeur*, approuvé en l'an VII, par l'Administration des Monnaies, in-8°. Paris, 1812.

N. LEBLANC. — *Mémoires sur la fabrication du sel ammoniac et de la soude*. Paris, 1798.

CHAPTAL (1756-1832). — *Essai sur le perfectionnement des arts chimiques en France*, in-8°. Paris, 1800.

— *Chimie appliquée aux arts*, 4 vol. in-8°. Paris, 1800.

GAY-LUSSAC (1778-1850) et THÉNARD (1774-1857). — * *Recherches physico-chimiques*, 2 vol. in-8°. Paris, 1811.

GAY-LUSSAC. — *Cours de Chimie*, 2 vol. in-8°. Paris, 1828.

THÉNARD. — *Traité de Chimie élémentaire, théorique et pratique*, 4 vol. in-8°. Paris, 1813-1816; 6e édit., 5 vol. in-8°, 1833-1836.

BALARD. — *Découverte du brome*. Ann., XXXII, 1826 (1).

CHEVREUL. — *Considérations générales sur l'analyse organique et ses applications*, in-8°, Paris, 1824.

— * *Recherches chimiques sur les corps gras d'origine animale* (1823); in-4°. Paris, Impr. Nationale, 1889.

— *De la loi du contraste simultané des couleurs* (1839); in-fol. Paris, Gauthier-Villars, 1889.

— *Leçons de Chimie appliquée à la teinture*, 2 vol. in-8°. Paris, 1829-1830.

PELLETIER et CAVENTOU. — *Analyse chimique du quinquina*, in-8°. Paris, 1821.

(1) Les abréviations *Ann.* et *C. R.* désignent respectivement les *Annales de Chimie et de Physique* et les *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*.

BOUSSINGAULT. — *Traité d'Économie rurale*, 2 vol. in-18, 1844.
— *Agronomie, Chimie agricole et Physiologie*, 5 vol. in-8°. Paris, Mallet-Bachelier, 1860-1874.

PAYEN. — * *Précis de Chimie industrielle*, 1849; 6e édit., 2 vol. in-8° et atlas. Paris, Hachette, 1877-1878.

J.-B. DUMAS. — * *Essai de Statique chimique des êtres organisés*, in-8°. Paris, Fortin et Masson, 1841.
— *Leçons sur la Philosophie chimique*, professées au Collège de France, in-8°. Paris, 1837.
— *Traité de Chimie appliquée aux arts*, 8 vol. in-8° et atlas in-fol. Paris, 1828-1846.

DUMAS et PÉLIGOT. — *Mémoire sur l'esprit de bois*. Ann. LVIII, 1835.

DUMAS, MALAGUTI et LE BLANC. — *Les Nitriles*. 1847.

MALAGUTI. — *Leçons élémentaires de Chimie*, 3e édit., 4 vol. in-12. Paris, 1864.
— *Chimie appliquée à l'agriculture*, 2 vol. Corbeil, 1862.

PÉLIGOT. — *Recherches sur l'uranium*. *Ann.*, 3e série, V et XII, 1842-1844.
— *Traité de Chimie appliquée à l'agriculture*.

PERSOZ. — *Introduction à l'étude de la Chimie moléculaire*. Paris, Strasbourg, 1839.

A. LAURENT. — * *Méthode de Chimie*, in-8°. Paris, Mallet-Bachelier, 1854.

Ch. GERHARDT. — * *Recherches sur les acides organiques anhydres*. Ann., 3e série, XXXVII.

— * *Traité de Chimie organique*, 4 vol. in-8°. Paris, F. Didot, 1854-1856.

GERHARDT et CHANCEL. — *Précis d'Analyse chimique qualitative*, in-16. Paris, Masson, 1855.
— *Précis d'Analyse chimique quantitative*, in-18. Paris, Masson, 1859.

A. CAHOURS — *Traité de Chimie générale*, 6 vol. 1874-1878.
— *Mémoire sur les Chlorures d'acide*. Ann. 3e série, XXIII.
— * *Recherches sur les radicaux organométalliques*. Ann. 3e série, LVIII.
— * *Recherches sur les bases phosphorées*. Ann., 3e série, LI.

V. REGNAULT. — **Cours élémentaire de Chimie*, 5e éd., 4 vol. in-12. Paris, Garnier frères, 1859-1860.
— *Actions du chlore sur l'éther chlorhydrique*. Ann., LXXI.

PELOUZE. — *Mémoire sur l'acide lactique*. Ann., 3e série, XIII.
— *Mémoire sur l'acide gallique*. Ann., 3e série, LIV.

PELOUZE et GÉLIS. — *Mémoire sur l'acide butyrique*. Ann., 3e série, X.

PELOUZE et FRÉMY. — *Traité de Chimie générale*, 3e éd., 7 vol. in-8°. Paris, Masson, 1862-1865.

MILLON. — *Éléments de Chimie organique, comprenant les applications de cette science à la physiologie animale*, 2 vol. in-8°. Paris, J.-B. Baillière, 1845-1848.
— *Recherches sur l'acide nitrique*, in-8°. Paris, 1842.

EBELMEN. — *Recueil des travaux scientifiques*, 3 vol. in-8°. Paris, Mallet-Bachelier, 1855-1861.

DUBRUNFAUT. — *L'Osmose et ses applications industrielles*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1873.
— *Le Sucre*, 2 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1873-1878.

BOUCHARDAT et QUEVENNE. — *Du Lait*, in-8°. Paris, Baillière, 1857.

BOUCHARDAT. — *Histoire générale des matières albuminoïdes*, in-8°. Paris, Baillière, 1873.

I. PIERRE. — *Chimie appliquée à l'agriculture*, 2e édit., in-12. Paris, Goin, 1875.

Th. SCHLŒSING. — *Contribution à l'étude de la Chimie agricole*, 1872.

A. MUNTZ. — *Méthodes analytiques appliquées aux substances agricoles*, in-8°. Paris, Dunod, 1888.

G. VILLE. — *Les Engrais chimiques*, in-18. Paris, Masson, 1891.
— *La production végétale et les engrais chimiques*, in-8°, *ibidem*, 1891.

A. GIRARD. — *Mémoire sur l'hydrocellulose et ses dérivés*. Paris, Ann., 5e série, XXIV, 1881.
— *Recherches sur la culture industrielle et fourragère de la pomme de terre*, 2e éd., in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1891.

SAINTE-CLAIRE-DEVILLE. — *Sur les phénomènes de dissociation*. Bibl. univ. de Genève, *Archives* VI, 1859.
— **De l'aluminium*, in-8°. Paris, Mallet-Bachelier, 1859.

SAINTE-CLAIRE-DEVILLE et DEBRAY. — *Métallurgie du platine et des métaux qui l'accompagnent*, 2 vol. in-8°. Paris, Dunod, 1863.

G. LEMOINE. — *Équilibres entre l'hydrogène et l'iode gazeux*. Ann., 5e série, XII, 1877.

F. OSMOND. — * *Transformations du fer et du carbone dans les fers, les aciers et les fontes blanches*, in-8°. Paris. Baudoin et Cie, 1888.

H.-L. LE CHATELIER. — *Recherches expérimentales et théoriques sur les équilibres chimiques*, in-8°. Paris, Dunod, 1880.

— *Introduction à l'étude de la métallurgie. Le chauffage industriel*, in-8°. Paris, Dunod et Pinat, 1912.

— * *Leçons sur le carbone, la combustion, les lois chimiques*, in-8°. Paris, Dunod et Pinat, A. Hermann, 1908.

— *La silice et les silicates*, in-8°. Paris. Hermann.

SCHLŒSING et ROLLAND. — * *Mémoire sur la fabrication du carbonate de soude*. Ann., 4e série, XIV.

Ad. WURTZ. — *Mémoire sur les glycols ou alcools diatomiques*, in-8°. Paris, Mallet-Bachelier, 1859.

— *Mémoire sur les ammoniaques composées*. Paris, 1850.

— *Leçons de Philosophie chimique*, in-8°. Paris, Hachette, 1864.

— * *La Théorie atomique*, in-8°. Paris, Alcan, 10e édit., 1911.

— * *Introduction à l'étude de la Chimie*, in-8°. Paris, Masson, 1885.

— * *Traité de Chimie biologique*, 2 vol. in-8°. Paris, Masson, 1880-1885.

BERTHELOT. — * *Chimie organique fondée sur la synthèse*, in-8°. Paris, Mallet-Bachelier, 1860.

— * *Essai de Mécanique chimique fondée sur la Thermochimie*, 2 vol. in-8°. Paris, Dunod, 1879.

— *Sur la force des matières explosives d'après la Thermochimie*, 3e éd., 2 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1883.

— * *Chimie végétale et agricole*, 4 vol. in-8°. Paris, Masson et Gauthier-Villars, 1899.

— * *Thermochimie, données et lois numériques*, 2 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1897.

— * *La Synthèse chimique*, in-8°. Paris, Alcan, 10e éd. 1910.

BERTHELOT et JUNGFLEISCH. — *Traité de Chimie organique*, 4e éd., 2 vol. in-8°. Paris, Dunod et Pinat, 1907-1908.

Leçons sur les méthodes générale de synthèse en chimie organique, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1864.

JUNGFLEISCH. — *Mémoire sur l'acide tartrique*. Bulletin Soc. Chimique, XIX.

FRIEDEL. — *Cours de Chimie organique*, 2 vol. in-4°. Paris, Carré, 1887.
— *Mémoire sur l'acétone*. C. R., t. XLV, LX.

FRIEDEL et CRAFTS. — **Méthode de synthèse des carbures aromatiques*. Ann., 6e série, I.

PASTEUR. — *Recherches sur la dissymétrie moléculaire des produits organiques naturels*. Ann. 3e série XXIV et suiv.
— **Recherches sur les propriétés spécifiques des deux acides qui composent l'acide racémique*. 3e série, XXVIII, 1850.
— *Examen critique d'un écrit posthume de Cl. Bernard sur la fermentation*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1879.
— **Etude sur la maladie des vers à soie*, 2 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1870.
— *Etude sur le vin, ses maladies*, in-8°. Paris, Impr. Impériale, 1866.
— **Etude sur le vinaigre*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1868.
— **Etude sur la bière*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1876.

TYNDALL et PASTEUR. — **Les Microbes organisés, leur rôle dans la fermentation, la putréfaction et la contagion*, in-12. Paris, Gauthier-Villars, 1878.

DUCLAUX. — **Pasteur, histoire d'un esprit*, in-8°. Sceaux, Charaire, 1896.
— *Le Microbe et la maladie*, in-8°. Paris, Masson, 1886.
— **Le Lait*, in-12. Paris, Baillière et fils, 1887.
— **Traité de microbiologie*, 4 vol. gr. in-8°. Paris, Masson, 1897-1901.

A. GAUTIER. — *Cours de Chimie organique*, in-8°. Paris, Masson, 1906, 3e éd.
— *Les Carbylamines*. C. R. LXIII, 1866.
— *Ptomaïnes et leucomaïnes*. Paris, 1866.
— *L'Alimentation et les régimes chez l'homme sain et chez les malades*, in-8°. Paris, Masson, 1904.
— *De l'arsenic dans la série animale, C. R.*

GRIMAUX. — **Introduction à l'étude de la Chimie*, in-12. Paris, Dunod, 1884.
— *Recherches synthétiques sur la série urique*, in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1877.

GRIMAUX et ADAM. — *Synthèse de l'acide citrique. C. R.* XC.

SCHUTZENBERGER. — **Traité de Chimie générale*, 6 vol. in-8°. Paris, Hachette, 1884-96.

— *Mémoires sur la décomposition des substances albuminoïdes.* Ann. 5e série, XVI.

MAQUENNE. — **Les Sucres et leurs principaux dérivés*, in-8°. Paris, Naud, 1900.

HALLER. — **Contribution à l'étude du camphre et d'un certain nombre de ses dérivés*, in-4°. Nancy, Berger-Levrault, 1879.

— *Théorie générale des alcools*, in-8°. Paris, Baillière et fils, 1879.

— *Les récents progrès de la Chimie organique*. 3 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1904-1908,

BÉHAL. — *Traité de Chimie organique*, 2 vol. gr. in-8°. Paris, O. Doin et fils, 1909-1911, 3e éd.

BARBIER et BOUVEAULT. — *Synthèse du citral*. C. R. CXII.

BOUVEAULT. — **Sur les nitriles β cétoniques et leurs dérivés*, in-4°. Grande Imprimerie de Blois, 1890.

GRIGNARD. — *Sur les combinaisons organomagnésiennes mixtes et leurs applications*, in-8°. Lyon, Rey, 1901.

MOUREU. — *Notions fondamentales de Chimie organique*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1902.

P. SABATIER. — **La Catalyse en Chimie organique*, in-8°. Paris, Bérenger, 1913.

BOURQUELOT. — *Les Ferments solubles*, in-8°. Paris, 1896.

G. BERTRAND. — **Etude biochimique de la bactérie du sorbose*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1904.

— *Nouvelles recherches sur les ferments oxydants ou oydases.* Paris, 1897.

MOISSAN. — **Le Fluor et ses composés*, in-8°. Paris, Steinheil, 1900.

— *Le four électrique*, gr. in-8°. Paris, Steinheil.

LAMY. — *De l'existence d'un nouveau métal : le thallium*. C. R. LIV, 1862.

LECOQ DE BOISBAUDRAN. — *Spectres lumineux*, in-8° avec atlas. Paris, Gauthier-Villars, 1874.

— *Un nouveau métal : le gallium*. C. R., 1875.

DEMARÇAY. — *Mémoires sur les terres rares*. C. R., *passim*.

CURIE et Mme CURIE. — *Œuvres de Pierre Curie*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1908.

CURIE et Mme CURIE. — **Traité de radioactivité*, 2 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1910.

Mme CURIE. — *Recherches sur les substances radioactives*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1904.

DEBIERNE. — *Sur l'actinium*. C. R. CXXIX.

URBAIN. — *Recherches sur la séparation des terres rares*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1899.

— *Sur le lutécium*. C. R. CXLV.

— **Introduction à l'étude de la Spectrochimie*, in-8°. Paris, Hermann, 1911.

✿ ✿ ✿

WÜRTZ. — **Dictionnaire de Chimie, pure et appliquée*, publié sous la direction de Würtz, in-8°. Paris, Hachette, 1888-1900, 11 vol. in-8°.

FRÉMY. — **Encyclopédique chimique*, publiée sous la direction de Frémy, 92 vol. in-8° et 2 atlas. Paris, Dunod, 1881 à 1901.

MOISSAN. — *Traité de Chimie minérale*, publié sous la direction de Moissan, 5 vol. in-8°. Paris, Masson, 1904-1905.

✿ ✿ ✿

**Annales de Chimie*. Publiées de 1789 à 1815.

**Annales de Chimie et de Physique*. Publiées depuis 1815, in-8°. Paris, Masson.

**Bulletin de la Société chimique de France*. Publié depuis 1813, in-8°. Paris, Masson.

Bulletin de Pharmacie. Publié de 1809 à 1814, in-8°. Paris,

Journal de Pharmacie et des sciences accessoires. Publié de 1815 à 1842, in-8°. Paris.

Journal de Pharmacie et de Chimie. Publié depuis 1842, in-8°. Paris, Masson.

Annales agronomiques. Publiées depuis 1875 sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, in-8°. Paris.

**Annales de l'Institut Pasteur*. Publiées depuis 1887, in-8°. Paris, Masson.

Bulletin de l'Institut Pasteur, in-8°. Paris, Masson, 1913.

Les ouvrages marqués d'un astérisque sont ceux qui figurent, en totalité ou en partie, dans la Bibliothèque de la Science française, à l'Exposition de San Francisco.

LA MINÉRALOGIE

LA MINÉRALOGIE, comprise de la façon la plus large, participe des sciences mathématiques, des sciences physico-chimiques et des sciences naturelles. Aussi, est-il nécessaire de considérer d'une manière indépendante les trois principaux points de vue auxquels se placent les savants qui l'étudient : La CRISTALLOGRAPHIE, englobant toutes les propriétés liées à la symétrie ; la MINÉRALOGIE CHIMIQUE ; la MINÉRALOGIE PROPREMENT DITE, qui traite de la description des minéraux et des roches (PÉTROGRAPHIE), ainsi que de leur rôle dans la Nature.

Dans chacune de ces directions, la science française a ouvert des voies nouvelles et, dans plusieurs d'entre elles, elle a joué un rôle prépondérant.

I. CRISTALLOGRAPHIE. — La science cristallographique est née en France.

Dès 1771, ROMÉ DE L'ISLE pressent l'importance de la symétrie cristalline et découvre la loi de la constance des angles des cristaux. Peu après (1783), HAÜY fait faire à la Cristallographie naissante un pas de géant : partant de la notion de clivage, qu'il vient de découvrir, il expose le principe de sa théorie célèbre, d'après laquelle tous les cristaux sont constitués par la juxtaposition de petits parallélipipèdes semblables. La considération de cette *molécule intégrante* lui permet d'expliquer la dérivation de toutes les formes, souvent si compliquées, que peut prendre une même espèce minérale. De cette conception, Haüy déduit les lois fondamentales de la Cristallographie et l'un de ses plus illustres continuateurs, MALLARD, a pu écrire en toute justice :

« La science cristallographique fut ainsi créée toute entière par le génie d'Haüy et ses successeurs n'ont guère eu qu'à perfectionner les détails de son œuvre. Aucune autre branche des connaissances humaines n'est, à ce degré, l'ouvrage d'un seul homme. »

Plus tard, alors que la Cristallographie se développe en dehors de la France dans une direction exclusivement géométrique, DELAFOSSE, élève d'Haüy, complète la théorie de son maître, donne la véritable explication de l'hémiédrie et montre nettement la nécessité de revenir aux conceptions moléculaires. Pour lui, la molécule intégrante n'est plus un *solide*, c'est une *maille* parallélipipédique dont chaque *nœud* est occupé par une *molécule physique*. Mais, c'est véritablement BRAVAIS qui doit être considéré comme le fondateur de la théorie moléculaire des cristaux ; non seulement son hypothèse réticulaire explique les lois fondamentales de la Cristallographie, mais elle permet de prévoir toutes les formes holoédriques et hémiédriques possibles.

Il était réservé à Mallard de dégager la théorie de Bravais de l'appareil mathématique qui la rendait peu abordable à la plupart des minéralogistes et de l'exposer sous une forme plus accessible. Il l'a en outre complétée et mise en harmonie avec les nouveaux faits d'observation, réunis par ses devanciers et par lui-même. Un de ses élèves, G. FRIEDEL, a repris récemment le développement de ses idées, il les a précisées sur plusieurs points et a insisté en particulier sur l'intérêt de la loi de Bravais, relative aux liens existant entre l'importance des faces des cristaux et leur densité réticulaire.

Les progrès de cette théorie réticulaire ont été l'une des plus heureuses conséquences du développement de la connaissance des propriétés optiques des minéraux, aussi est-il nécessaire de s'occuper dès à présent de celles-ci.

Avant de devenir, au cours de la seconde moitié du XIXe siècle, l'une des parties essentielles de la Minéralogie, l'étude des *propriétés optiques* des cristaux a été surtout entreprise par des physiciens. Il est donc juste de

rappeler ici la part prise par ceux de notre pays dans la découverte des phénomènes fondamentaux et dans l'établissement des premières méthodes d'observation : découverte de la polarisation chromatique, de la polarisation rotatoire (quartz), du polychroïsme par ARAGO ; travaux de BIOT sur les mêmes sujets (généralisation du pouvoir rotatoire des corps actifs et inactifs, signe optique des cristaux, polarisation lamellaire, absorption de la tourmaline), ceux de BABINET (loi de l'absorption dans les cristaux, compensateur), etc.

On ne peut oublier enfin l'œuvre géniale de FRESNEL dont sont tributaires tous les théoriciens de l'optique des cristaux, DE SENARMONT, Mallard, etc.

Le savant qui a le plus fait pour l'introduction en Minéralogie de l'emploi des propriétés optiques est DES CLOIZEAUX; à l'aide d'instruments adaptés par lui à l'examen des petits cristaux, il a réalisé un nombre véritablement stupéfiant de déterminations, effectuées sur tous les minéraux transparents connus de son temps. Il a attaché en outre son nom à la découverte de la polarisation rotatoire du cinabre qui est encore, avec le quartz, le seul minéral dans lequel cette propriété ait été observée. Il a démontré l'utilité de l'emploi de la dispersion pour la détermination du système critallin et poursuivi de longues recherches sur les variations que les propriétés optiques des corps cristallisés subissent sous l'influence de la chaleur.

Ses travaux sur les feldspaths, les amphiboles, les pyroxènes, etc., constituent la base solide sur laquelle plus tard a été édifiée la *Pétrographie* moderne qui, pour la détermination des éléments constitutifs des roches, a substitué à l'examen des minéraux en lames épaisses, taillées dans des directions déterminées, l'observation de lames très minces, coupées suivant des orientations quelconques.

Dans cette dernière discipline, le rôle des savants français a été particulièrement brillant ; en première ligne se placent les méthodes délicates et ingénieuses, comme aussi les déterminations de constantes, dues à FOUQUÉ (feldspaths), à MICHEL-LÉVY (extinctions en zones, éclairement commun, biréfringence, étude des plagioclases) et à leurs disciples.

Les pétrographes étudient les propriétés optiques des minéraux dans un but géologique ; ce sont des naturalistes. D'autres minéralogistes s'en occupent surtout en physiciens ; les recherches de haute précision de DUFET et d'OFFRET sur les variations des indices de réfraction sous l'influence de la chaleur se rattachent à ce point de vue et ont eu pour conséquence des discussions de physique théorique.

Les phénomènes d'absorption ont sollicité l'attention de nombreux minéralogistes physiciens. Pour m'en tenir à la période moderne, je citerai les recherches de H. BECQUEREL sur les variations du spectre d'absorption dans les cristaux et les délicates expériences de Senarmont, puis de GAUBERT sur la production artificielle du polychroïsme dans beaucoup de sels.

Revenons maintenant aux questions de structure, traitées non plus à l'aide de considérations géométriques, mais à la lumière d'observations optiques faites sur des cristaux.

Bravais admettait que, dans son réseau, toutes les molécules sont parallèlement orientées, hypothèse qui rendait difficile l'interprétation de certaines propriétés ; s'appuyant sur les observations de WYROUBOFF, relatives au ferrocyanure de potassium, Mallard a montré que, dans certains édifices, il peut y avoir pénétration de plusieurs cristaux d'orientation différente et qu'il en résulte pour l'ensemble, une symétrie apparente supérieure à celle de chaque cristal, considéré individuellement. Ce fut le point de départ d'explications de bien des faits, de bien des propriétés qui, jusqu'alors, avaient vainement exercé la sagacité des cristallographes ; les *anomalies optiques* et particulièrement celles des minéraux pseudocubiques, sur lesquelles Mallard a accumulé des observations capitales, cessent d'être des anomalies, la polarisation rotatoire y trouve des explications.

Du même ordre de considération, Mallard a tiré une conception de la structure des *cristaux mixtes* et des changements structurels qui se produisent dans un édifice cristallin susceptible de transformations polymorphiques.

Son opinion qu'un cristal peut posséder dans les éléments de sa structure une symétrie inférieure à celle de sa forme extérieure était rejetée par bien des savants; ses recherches sur la boracite et la découverte de la transformation de ce minéral à 250° C. en une forme cubique lui permirent d'en fournir une démonstration définitive.

Deux contemporains de Mallard, Dufet et Wyrouboff, l'ont complétée d'une façon heureuse; le premier, par ses travaux de métrologie de haute précision (propriétés optiques de séries isomorphes), le second, par ses multiples investigations de Cristallographie chimique. Wyrouboff a recueilli notamment de nombreuses données relatives à la *polarisation rotatoire*, à *l'isomorphisme*, au *polymorphisme;* la distinction de polymorphisme direct et indirect lui est due.

Mention doit être faite de la découverte d'un nouveau type de structure des corps cristallisés, les enroulements hélicoïdaux. Observés pour la première fois par Michel-Lévy dans la calcédonite; ils ont été retrouvés avec des modalités variées dans des corps organiques, notamment par WALLERANT et GAUBERT et le mécanisme de leur formation a été éclairé par les expériences de Wallerant qui les a fait naître dans divers corps organiques, grâce à l'addition d'une substance asymétrique.

Je signalerai aussi les travaux de Mallard, de G. Friedel, de Wallerant, sur la *théorie des macles*, et aussi ceux de ce dernier savant sur les *macles secondaires* dont il a donné une ingénieuse théorie qui lui a servi de base à une explication des transformations polymorphiques confirmée par ses études sur les cristaux mixtes.

Les travaux sur les tartrates et l'acide tartrique, dans lesquels PASTEUR a établi la liaison qui existe entre la *polarisation rotatoire* des solutions de certains sels organiques et l'*hémiédrie* de leurs cristaux, tiennent une telle place dans la science qu'il faut les rappeler ici. La cristallisation d'une solution d'un racémate fournit deux séries de cris-

taux présentant l'une des deux formes conjuguées non superposables de l'hémiédrie holoaxe. En séparant ces deux espèces de cristaux et en les dissolvant, on obtient deux solutions faisant tourner le plan de polarisation d'angles égaux et de sens contraire ; les acides extraits de ces cristaux possèdent les mêmes propriétés ; mélangés en proportions égales, ils reconstituent l'acide racémique inactif, et de ce fait résulte l'explication de l'inactivité de ce dernier. Mais la séparation de ces deux sortes de cristaux est pénible ; GERNEZ eut l'idée de placer dans une solution sursaturée du racémate un cristal de ce sel et il montra que la présence de ce germe entraîne la formation de cristaux semblables à celui-ci. Généralisant ce résultat, il a fait voir que pour obtenir la cristallisation d'une solution sursaturée, il suffit de l'ensemencer avec un cristal isomorphe de la substance dissoute. Cette découverte a été le point de départ des travaux de LECOQ DE BOISBAUDRAN sur les états instables des sulfates de la série magnésienne.

Les recherches de *cristallogenèse* ont toujours été très en honneur en France. On doit citer celles de Nicolas LEBLANC (1793-1802) sur l'influence des variations des conditions de la cristallisation sur la forme des cristaux, les travaux de Pasteur sur la cicatrisation des cristaux mutilés, la théorie de P. CURIE sur l'influence des actions capillaires existant entre les faces des cristaux et leur eau mère, enfin les expériences de P. Gaubert sur l'influence des courants de convexion et de concentration, de la vitesse de cristallisation et de la présence des matières étrangères.

Les propriétés physiques autres que celles qui viennent d'être envisagées ont fait l'objet de travaux moins nombreux, mais dont quelques-uns sont fort importants. Je ne rappellerai que les plus saillants.

En ce qui concerne la *dilatation* des cristaux, les recherches précises de FIZEAU sont bien connues ; celles de H. LE CHATELIER sur la dilatation du quartz aux différentes températures l'ont conduit à la découverte d'une forme de quartz

se produisant à 570° C. avec augmentation de volume, changement de symétrie et de propriétés optiques. La connaissance de ce quartz est importante pour la discussion de la genèse des roches quartzifères.

Les travaux théoriques de DUHAMEL sur la *propagation de la chaleur* dans les cristaux ont été suivis par l'œuvre expérimentale de Senarmont et de JANNETTAZ, effectuée sur un grand nombre de minéraux.

Les observations de WEISS sur la magnétite et la pyrrhotine l'ont conduit à préciser les lois de l'*aimantation* dans les corps cristallisés.

Enfin, s'il est nécessaire de mentionner les travaux de A. C. BECQUEREL, de CH. FRIEDEL et de J. CURIE sur la *pyroélectricité* des cristaux, découverte en 1801 par Haüy dans la tourmaline, l'attention doit être retenue surtout sur la découverte faite par J. et P. Curie de la *piézoélectricité* dans les cristaux dépourvus de centre de symétrie.

Une application des méthodes minéralogiques à l'étude des métaux (*métallographie*) a fourni à l'industrie métallurgique un puissant instrument de progrès. Il a permis en particulier d'élucider la nature, jusqu'alors restée obscure, des alliages métalliques.

Si la métallographie microscopique est née en Angleterre, grâce à l'esprit inventif de Sorby, elle ne s'est réellement développée qu'après les travaux d'OSMOND. Son mémoire classique sur les constituants des aciers a, pour la première fois, fait comprendre l'importance théorique et pratique des nouvelles méthodes d'observation (examen par réflexion de surfaces polies convenablement attaquées) qui ont été depuis lors perfectionnées par de nombreux expérimentateurs et notamment par H. Le Châtelier. Dans ce domaine, les recherches intéressantes se multiplient avec une grande rapidité; elles ont éclairé aussi bien la constitution des alliages naturels, qui constituent les fers météoriques, que les alliages fabriqués dans les usines.

Les *liquides biréfringents* de O. Lehman, dont la nature a

été si discutée, ont fait l'objet d'importants travaux en France, notamment de Wallerant, Gaubert, Mauguin et de plusieurs autres, qui ont appliqué, avec beaucoup d'ingéniosité, à ce sujet difficile des procédés d'investigation nouveaux ou plus précis que ceux utilisés jusqu'alors : emploi de la lumière convergente, mesure des indices de réfraction, étude de l'orientation des plages sous l'influence d'un champ magnétique, etc. Leurs observations ont éclairé les propriétés de ces curieuses substances qui ont permis d'étendre nos connaissances sur les états physiques des corps. La continuité des propriétés de ces *liquides biréfringents* et de celles des *cristaux solides* est établie par l'intermédiaire des *cristaux mous*.

II. MINÉRALOGIE CHIMIQUE. — Dans le domaine de la chimie minérale, Berthier, Rivot et Ad. Carnot ont marqué par l'établissement de procédés généraux d'analyse des minéraux. Ils ont publié des traités classiques de *Docimasie*. On ne doit pas oublier la méthode d'analyse des silicates par la voie moyenne d'H. Sainte-Claire-Deville.

Les analyses de Dufrénoy, de Delesse, de Pisani, de Carnot et de beaucoup d'autres ont fixé la constitution chimique d'un grand nombre d'espèces minérales nouvelles ou anciennement connues.

L'analyse spectrale des blendes des Pyrénées, a conduit Lecoq de Boisbaudran à la découverte du *gallium*, qu'il a pu extraire et faire connaître d'une façon complète.

Il ne faut pas oublier que la découverte du *radium* par M. et Mme Curie et la voie nouvelle, extraordinairement féconde, ouverte par la découverte des *phénomènes radioactifs* sont une conséquence d'une étude approfondie de la pechblende et d'autres minéraux uranifères. On a vu plus haut que P. Curie s'était déjà distingué dans divers domaines de la Cristallographie.

Il est une propriété physique, qui n'est pas liée à la symétrie, mais dont la place ici peut se défendre, car elle paraît en relation avec certains traits de la composition chimique : c'est la *phosphorescence;* elle a fait l'objet de nombreux travaux de E. Becquerel.



RENÉ-JUST HAUY (1743-1822)

LITHOGRAPHIE
PAR BOILLY

La méthode d'*analyse spectrale* des minéraux non conducteurs par les sels fondus d'A. de Gramont rend de grands services pour la détermination rapide des éléments existant en petite quantité dans les minéraux. Les travaux spectrographiques d'Urbain ont récemment démontré la grande dissémination de traces d'éléments, tels que le gallium et le germanium, dans beaucoup de minéraux communs.

Enfin, les recherches de G. Friedel, sur la nature de l'eau contenue dans les minéraux du groupe des zéolites, méritent d'être retenues. Bien qu'existant en proportions définies, cette eau n'est qu'interposée; elle n'entre pas dans la constitution de la molécule qui détermine la forme du réseau cristallin, elle peut être chassée sans que celui-ci soit détruit et elle peut être réabsorbée ou être remplacée par des gaz, des liquides ou des produits volatils très denses (Granjean), qui modifient les propriétés optiques du minéral.

Le rôle des minéralogistes français, s'occupant de questions chimiques, a été particulièrement important dans la direction des *reproductions synthétiques*; la découverte des méthodes générales est leur œuvre, édifiée par de nombreux et brillants travailleurs.

Dans le domaine de la *fusion sèche*, après les travaux de Berthier sur divers minéraux, il faut donner une place d'honneur aux multiples expériences de Fouqué et Michel-Lévy, qui, après avoir obtenu par leur procédé du recuit, la plupart des minéraux des roches, ont fait la synthèse de toutes les roches volcaniques, à l'exception de celles renfermant du quartz et de l'orthose; ils ont apporté ainsi la démonstration de l'influence prépondérante que joue la fusion purement ignée dans la genèse de la plupart des laves.

Du procédé de cristallisation de l'alumine par simple fusion à haute température, réalisée pour la première fois par Gaudin et rendue pratique par Verneuil, est née l'industrie des rubis, des saphirs et des spinelles artificiels qui, depuis quelques années, a pris une énorme extension.

La fusion, *avec intervention de minéralisateurs*, constitue une voie particulièrement fructueuse, qui a conduit à la synthèse d'un nombre considérable d'espèces cristallisées. DEVILLE et CARON, HAUTEFEUILLE, BOURGEOIS, GORGEU ont employé les chlorures comme minéralisateurs; FRÉMY, FEIL et Verneuil, les fluorures (première synthèse des cristaux de rubis); EBELMEN, le borax et les carbonates; Hautefeuille, les tungstates et les vanadates.

Une autre méthode fait intervenir des *minéralisateurs à l'état gazeux*, réagissant, à haute température, sur des vapeurs métalliques (GAY-LUSSAC, DUROCHER, H. Sainte-Claire-Deville et Caron, Hautefeuille, Stan. Meunier) ou sur des oxydes (H. Sainte-Claire-Deville).

Une dernière méthode très féconde a été inaugurée par de Senarmont, et développée par DAUBRÉE, Friedel et SARASIN, G. Friedel; elle consiste à faire naître des réactions par *voie humide en tube scellé*, à quelques centaines de degrés et *sous pression*.

Enfin, parmi les multiples procédés de reproduction par *voie humide* obtenus à la *température ordinaire* et à la *pression normale*, il faut citer celui des tubes fêlés de A. C. Becquerel.

Toutes ces synthèses ont été obtenues dans des buts variés; certains expérimentateurs, surtout chimistes, se sont proposés de fabriquer des minéraux plus purs que ceux de la Nature et d'arriver ainsi à la détermination certaine de leur composition chimique. D'autres, chimistes et naturalistes, ont voulu, avant tout, éclairer la genèse des minéraux en cherchant à imiter les particularités qu'ils présentent dans leurs gisements afin d'en retirer les conclusions génétiques.

III. MINÉRALOGIE PROPREMENT DITE. — Les divers *Traités de Minéralogie*, dont la liste est donnée plus loin, permettent de se rendre compte des phases successives de l'évolution de la Minéralogie en France depuis un siècle et demi.

Avec BUFFON, se termine la période héroïque, dans laquelle, seuls les caractères extérieurs étaient employés pour définir les minéraux, à une époque où la signification des

formes géométriques n'était même pas soupçonnée et la composition chimique à peu près inconnue.

Haüy établit le règne de la Cristallographie, considérée par l'illustre minéralogiste comme devant prédominer d'une façon absolue sur tout autre point de vue. A cette période se rapporte une grande monographie, le Traité de la chaux carbonatée de BOURNON, et aussi (bien que publiée beaucoup plus tard), la description de la collection de HEULAND par Lévy, qui y fit usage de la modification de la notation cristallographique d'Haüy, employée depuis lors par les minéralogistes français.

Pendant le premier quart du siècle dernier, la chimie minérale se constitue; la découverte de la loi des proportions définies, de l'isomorphisme entraîne des progrès rapides dans la connaissance de la *composition des minéraux*; aussi, à la mort d'Haüy (1822), se produit une réaction des chimistes minéralogistes contre les cristallographes : le *Traité de Minéralogie* de BEUDANT reflète cette tendance.

Dans sa *Minéralogie*, publiée en 1845, Dufrénoy cherche à égaliser l'importance des deux points de vue antagonistes, mais il donne en outre une part plus grande à l'étude des caractères extérieurs des minéraux que depuis le commencement du siècle, A. BRONGNIART n'avait cessé de tenir en honneur. C'est une évolution de la Minéralogie vers l'histoire naturelle.

Avec des Cloizeaux, apparaissent des recherches cristallographiques détaillées et précises, dont son célèbre mémoire sur le quartz, les tableaux d'angles et les projections stéréographiques, non surpassées, de son *Manuel de Minéralogie*, représentent les exemples les plus parfaits. C'est lui en outre qui introduit définitivement dans la Minéralogie descriptive l'étude des propriétés optiques. Peu à peu, celles-ci prennent une importance croissante, qui devient même prédominante dans toutes les recherches de Minéralogie pétrographique dont il va être question plus loin.

Enfin, l'école actuelle cherche à établir un équilibre entre toutes les méthodes d'observation et, rapprochant la Minéralogie de la Géologie, s'attache à préciser les variations

de forme et de composition des minéraux en fonction de leurs conditions de gisement, soigneusement étudiées, afin d'en déduire des conclusions sur leur genèse (Minéralogie de la France et de ses Colonies).

Il est impossible de citer les nombreuses descriptions minéralogiques, souvent très importantes, publiées en France depuis un siècle. D'abord surtout insérées dans le *Journal*, puis les *Annales des Mines* et dans les *Annales de Chimie et de Physique*, elles ont depuis 1878 trouvé leur véritable place dans les trente-huit volumes du *Bulletin de la Société française de Minéralogie*.

Je signalerai en terminant les monographies régionales qui ont permis de faire connaître la composition minéralogique de notre sol national (DRIAN, DE LIMUR, Ch. BARET, F. GONNARD, etc.) et de ses colonies (DUPOUY).

On doit rattacher à la Minéralogie l'étude des *fumerolles des volcans*, de leurs gaz, intéressants à connaître pour l'histoire des magmas éruptifs, aussi bien que des minéraux volatils qu'ils amènent des profondeurs ou qu'ils produisent par l'attaque des laves traversées. C'est à Ch. SAINTE-CLAIRE-DEVILLE et à Fouqué qu'est dû l'établissement des lois de la variation de composition des gaz de ces fumerolles en fonction de leur température. Un élève de Fouqué a complété son œuvre par l'étude des minéraux formés par les fumerolles des récentes éruptions du Vésuve, de l'Etna, etc.

Métallogénie. — Parmi les gisements de minéraux, ceux qui fournissent les minerais ont un intérêt théorique et pratique qu'il est à peine besoin de souligner. Dans l'histoire de leur étude, qui constitue la *métallogénie*, il faut avant tout rappeler le nom d'Élie DE BEAUMONT, auteur de la première théorie complète et rationnellement déduite des filons métallifères. Dans son mémoire célèbre sur les *émanations volcaniques et métallifères* (1847), il a montré le rôle des circulations hydrothermales en rapport d'origine avec l'activité éruptive et classé les types de filons métallifères par

groupes correspondant aux divers minéralisateurs. Plus tard, DAUBRÉE a suivi la même voie et réalisé, dans le but d'éclairer cette question, les plus importantes de ses reproductions synthétiques. Dans sa « *Géologie expérimentale* » (1878) et dans ses « *Eaux souterraines* » (1887), il a mis en évidence le mécanisme des fractures filoniennes et les conditions de leur remplissage, groupant un grand nombre d'idées nouvelles sur la circulation des eaux souterraines et en particulier des eaux thermales, précisant leur intervention dans le remplissage des filons; sa théorie des filons stannifères ne doit pas être oubliée. DE LAUNAY est aujourd'hui, en France, le représentant autorisé de cette branche de la science, dans laquelle il a apporté des idées nouvelles intéressantes.

Pétrographie. — La Minéralogie comprend non seulement l'étude des espèces minérales, considérées au point de vue individuel, mais aussi les roches que certaines d'entre elles constituent par leur association. La *Pétrographie* n'est donc qu'un point de vue de la Minéralogie, spécialement appliqué à une fin géologique; il est par suite naturel de constater que son développement ait été lié aux progrès des méthodes d'observation de la Minéralogie. Son évolution comprend deux périodes principales, dont la seconde a été inaugurée, il y a une cinquantaine d'années, par l'application du microscope à l'observation des roches.

Pour Haüy, la Pétrographie n'était qu'une annexe de la Minéralogie descriptive, surtout consacrée aux agrégats à grands éléments; la science lui doit la définition de quelques-uns des types les plus importants de roches.

Mais, dès cette époque, apparaissent en France deux précurseurs de l'examen microscopique. FLEURIAU DE BELLEVUE, en 1800, et CORDIER, en 1815, proposent de pulvériser les laves, d'effectuer la séparation de leurs éléments au moyen de l'eau, puis de les examiner au microscope et d'achever leur détermination à l'aide d'essais chimiques. Ils montrent que les laves compactes, bien loin d'être des corps homogènes, comme on le croyait alors, sont en réalité con-

stituées par des cristaux microscopiques appartenant à des espèces minérales déjà connues, avec ou sans accompagnement de verre; mais cette tentative hardie arrivait trop tôt, elle n'eut pas de lendemain et ce ne fut qu'un demi-siècle plus tard qu'apparut la véritable pétrographie microscopique.

Parmi les travaux d'un caractère général, publiés dans cette première période, notons un petit livre d'AL. BRONGNIART (1827), remarquable par la clarté et la netteté de ses conclusions; les caractères minéralogiques jouent le premier rôle dans son système. Plus tard, vinrent la classification de CORDIER et celle, plus intéressante, de COQUAND qui fit intervenir, pour la première fois en France, l'origine des roches comme base des grands groupements (roches éruptives, sédimentaires et métamorphiques) qui ont survécu, ainsi que certaines de ses divisions secondaires. C'est de cette même période que datent les laborieuses descriptions des roches des Vosges par Delesse.

L'application du microscope et des propriétés optiques a apporté de la précision là où le vague tenait jusqu'alors une place excessive. Fouqué et Michel-Lévy furent les introducteurs en France des méthodes nouvelles et j'ai signalé plus haut la part prépondérante qu'ils ont prise au développement de la Pétrographie microscopique. Ils ont proposé en outre une *classification des roches éruptives*, basée sur la composition minéralogique et la structure; cette classification, perfectionnée peu à peu, est toujours en usage parmi nous.

Une fois les constituants des roches déterminés par les procédés de l'optique, il est important de pouvoir les isoler, les purifier pour en faire l'étude chimique et cette nécessité n'est pas limitée aux seuls minéraux des roches. De nombreuses *méthodes de séparation physique des minéraux* ont été imaginées; elles sont nées pour la plupart en France.

On vient de voir quel était le procédé *par lévigation* de Fleuriau de Bellevue et de Cordier; la méthode des *liqueurs denses* a été inaugurée par les travaux de THOULET (iodure de mercure et de potassium) et de Daniel KLEIN

(tungstoborate de cadmium). Thoulet a montré en outre combien est pratique la détermination de la densité des minéraux très petits par la méthode de suspension dans un liquide de même densité. L'emploi des *sels fondus* est dû à R. Bréon (chlorures de plomb et de zinc). Enfin, il faut rappeler la méthode (Fouqué) de *séparation par l'électro-aimant*, qui a fait fortune, depuis lors, dans l'industrie pour l'extraction des minerais de leurs gangues pierreuses. Le même minéralogiste a employé avec habileté l'action (chimique) ménagée de l'acide fluorhydrique pour extraire certains minéraux des roches volcaniques.

La liste bibliographique donnée plus loin indique les principales monographies pétrographiques publiées en France, depuis l'introduction du microscope. Elles ont contribué au rapide développement de nos connaissances sur la composition minéralogique et la structure des roches en général et des roches éruptives en particulier. Depuis quelques années, les pétrographes français se sont nettement orientés dans la direction chimique, sans pour cela négliger les recherches minéralogiques précises. Il faut noter aussi leur tendance actuelle à chercher à lier l'ensemble des caractères des roches aux conditions de leur formation pour en tirer des conclusions d'ordre général sur leur genèse (étude des laves de l'éruption de la montagne Pelée). Cette tendance ne s'affirme pas moins en ce qui concerne les roches sédimentaires (Cayeux).

L'essor colonial de la France a eu pour conséquence d'importants travaux pétrographiques qui, à un point de vue général, ont apporté des données nouvelles sur les roches alcalines. Il faut citer aussi à cet égard les recherches récentes sur la *latérite* des pays tropicaux, qui sont venues s'ajouter aux travaux anciens d'Ebelmen sur la *décomposition des roches* sous les climats tempérés.

Dans l'étude des *météorites*, Daubrée et son continuateur Stan. Meunier ont publié la description des pierres et des fers d'un grand nombre de chutes et exposé les principes d'une classification générale de ces roches extraterrestres.

Le *métamorphisme* a, de longue date, sollicité l'attention des minéralogistes et des géologues français (les termes de métamorphisme exomorphe et endomorphe ont été créés par Fournet).

Parmi les auteurs anciens, une place d'honneur est due à Durocher, à Delesse et à Daubrée, l'apôtre de l'influence de la vapeur d'eau dans les tranformations métamorphiques.

Dans la période moderne l'École française, sous l'influence de Michel-Lévy, a mis en évidence ce fait [Bretagne (Ch. Barrois), Pyrénées] que les phénomènes de métamorphisme exomorphe ne consistent pas seulement en transformations physiques, mais qu'ils sont souvent caractérisés par des modifications chimiques par apport (feldspathisation au contact du granite, etc.). Des observations d'un grand intérêt ont été réunies en outre pour démontrer la réalité des transformations endomorphes des magmas granitiques au contact des calcaires (Pyrénées, etc.), et aussi pour mettre en lumière le métamorphisme dû aux laves (Enclaves des roches volcaniques).

Rappelons enfin les nombreuses observations réunies sur les schistes cristallins et les théories émises sur l'origine de ceux-ci par Michel-Lévy et P. Termier, qui font intervenir des apports d'origine profonde pour expliquer la transformation de roches sédimentaires en gneiss et en micaschistes.

L'étude chimique des roches, si en honneur aujourd'hui, ne date pas d'hier; un précurseur des théories modernes sur la composition chimique des magmas et sur les relations existant entre les roches qui en proviennent est Durocher. Dès 1857, ce savant a exposé une théorie des deux magmas plus générale que celle de Bunsen et aussi des vues ingénieuses sur les roches de composition complémentaire, sur les roches hybrides, alors que dans le même mémoire, il montrait l'intérêt des rapports moléculaires déduits des analyses des roches, ainsi que l'importance de la considération de l'alumine feldspathisable.

Le peu de succès qu'eurent alors ces spéculations théo-

riques, aussi bien que les nombreuses analyses de roches publiées par Delesse, s'expliquent aujourd'hui par l'incertitude des données analytiques de cette époque résultant de l'impossibilité où l'on se trouvait alors de déceler les multiples causes d'erreur dues aux altérations des roches et par suite aussi de l'ignorance de leur véritable composition minéralogique que seul révèle l'examen microscopique.

A partir de 1897, Michel-Lévy a apporté sur toutes ces questions des suggestions intéressantes tendant en particulier à introduire la notion des agents minéralisateurs pour l'interprétation des phénomènes de différenciation. L'emploi de ses paramètres magmatiques facilite la compréhension des analyses et il n'est pas inutile de rappeler que son principe de calculer la quantité de feldspaths virtuels contenus dans les magmas et de l'opposer à la teneur en minéraux ferromagnésiens a été choisi par les pétrographes américains comme l'une des bases de leur ingénieuse classification quantitative des magmas.

Alfred LACROIX.

BIBLIOGRAPHIE

I. — CRISTALLOGRAPHIE

CRISTALLOGRAPHIE THÉORIQUE

ROMÉ DE L'ISLE. — *Essai de Cristallographie ou description des figures géométriques propres à différents corps du règne minéral, connus vulgairement sous le nom de cristaux, avec figures et développements*, 1 vol. Paris, 1772.

HAÜY. — *Essai d'une théorie sur la structure des cristaux appliquée à plusieurs substances cristallisées*, 1 vol. Paris, 1774.

— *Cristallographie ou description des formes propres à tous les corps du règne minéral dans l'état de combinaisons saline, pierreuse ou métallique*, 2 vol. Paris, 1783.

— **Traité de Cristallographie*, suivi d'une application des principes de cette science à la détermination des espèces miné-

rales et d'une nouvelle méthode pour mettre les formes cristallines en projection. 2 vol. in-8°. Paris, 1822.

G. Delafosse. — *Sur la structure des cristaux considérée comme base de la distinction des systèmes cristallins.* Paris, 1840.

— *Recherches sur la cristallisation considérée sous les rapports physique et mathématique.* M. S. E., LXXVIII, 1843 (1).

A. Bravais. — *Mémoire sur les systèmes formés par des points distribués régulièrement sur un plan ou dans l'espace.* J. Ec. Polytech., XIX, 1850-1851.

— * *Études cristallographiques.* J. Ec. Polytech., XX, in-4°. Paris, Bachelier, 1851.

E. Mallard. — * *Traité de Cristallographie géométrique et physique,* 2 vol. in-8°. Paris, Dunod, 1879-1884.

P. Curie. — *Sur les questions d'ordre; Répétitions. — Sur la symétrie.* B. S. M., VII, 1884.

H. de Senarmont. — *Note sur les groupements cristallins de l'aragonite, de la withérite et de l'alstonite.* A. C. P., XLI, 1854.

E. Mallard. — *Explications des phénomènes optiques anomaux que représentent un grand nombre de substances cristallisées.* A. M., X, 1876-1887.

— *Sur la théorie des macles.* B. S. M., VIII, 1885.

— *Les groupements cristallins* (Revue scientifique). 1887.

F. Wallerant. — *Groupements cristallins* (Scientia, n° 6). Petit in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1899.

— *Sur les enroulements hélicoïdaux dans les corps cristallisés.* B. S. M., XXX, 1907.

— * *Cristallographie. Déformation des corps cristallisés. Groupements. Polymorphisme. Isomorphisme,* 1 vol. Paris, 1909.

G. Friedel. — * *Leçons de Cristallographie, Structures, Macles,* in-8°. Paris, Hermann, 1911.

— * *Étude sur les groupements cristallins,* 1 vol. in-8°. Saint-Étienne. Thomas, 1904.

(1) Abréviations employées pour désigner les principaux périodiques cités : A. C. P. : *Annales de Chimie et de Physique.* A. M. : *Annales des Mines.* B. S. C. : *Bulletin du service de la carte géologique de France.* B. S. G. : *Bulletin de la Société géologique de France.* B. S. M. : *Bulletin de la Société française de minéralogie.* C. R. : *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences.* J. P. : *Journal de Physique.* M. A. S. : *Mémoires de l'Académie des sciences.* M. S. E. : *Mémoires de l'Académie des sciences. Recueil des savants étrangers à l'Académie.* N. A. M. : *Nouvelles Archives du Muséum.*

A. Michel-Lévy et Munier-Chalmas. — *Mémoire sur diverses formes affectées par le réseau élémentaire du quartz.* B. S. M., XV, 1892.

P. Gaubert. — *Contribution à l'étude des sphérolites* (édifices hélicoïdaux, pseudopolychroïsme). B. S. M., XXXII, 1909.

CRISTALLOGÉNÈSE

N. Leblanc. — **De la cristallotechnie ou essais sur le phénomène de la cristallisation*, 1 vol. Paris, 1802.

F.-S. Beudant. — *Recherches sur les causes qui déterminent les variations de formes cristallines d'une même substance minérale.* A. M., III, 1818.

L. Pasteur. — *Études sur le mode d'accroissement des cristaux et sur les causes de variation de leurs formes secondaires.* A. C. P., XLIX, 1857.

D. Gernez. — *Recherches sur la cristallisation des solutions sursaturées.* Ann. Sc. Ec. Normale, III, V, VII, 1866-1878.

F. Lecoq de Boisbaudran. — *Essai d'une théorie de la formation des facettes secondaires des cristaux.* C. R., LXXIX, 1874.

P. Curie. — *Sur la formation des cristaux et sur les constantes capillaires des différentes faces.* B. S. M., VIII, 1885.

P. Gaubert. — *Contribution à l'étude de la formation et de l'accroissement des cristaux.* B. S. M., XXVI, XXVII, 1902-1904.

MÉTALLOGRAPHIE

L.-F. Osmond, Ch. Frémont, H. Le Chatelier, G. Cartaud, G. Charpy, L. Guillet, etc. — *Contributions à l'étude des alliages* (Publication de la Société d'encouragement à l'industrie minérale). 1896-1900.

Guillet. — **Étude des alliages métalliques*, 2 vol. et un album, 1904-1906.

PÉRIODIQUE SPÉCIAL

**Revue de Métallurgie*, 1903-1915.

CRISTAUX LIQUIDES

F. Wallerant. — *Sur les cristaux liquides du propionate de cholestérine.* — *Sur les cristaux liquides d'oléate d'ammonium.* C. R., CXLIII, 1906.

P. GAUBERT. — *Sur les cristaux mous.* B. S. M., XXXIII, 1910.
— *Les indices de réfraction des cristaux liquides.* B. S. M., XXXVI, 1913.

Ch. MAUGUIN. — *Sur les cristaux liquides.* B. S. M., XXXIV, 1911.

PROPRIÉTÉS OPTIQUES

F. ARAGO. — *Mémoire sur une modification remarquable qu'éprouvent les rayons lumineux dans leur passage à travers certains corps diaphanes d'optique (découverte de la polarisation rotatoire, dans le quartz.* M. A. S., XII, 1811.

J.-B. BIOT. — *Mémoire sur l'utilité de la polarisation de la lumière pour reconnaître l'état de cristallisation et de combinaison dans un grand nombre de cas où le système cristallin n'est pas immédiatement observable.* M. A. S., 1816.
— *Mémoire sur les phénomènes rotatoires observés dans le cristal de roche.* M. A. S., XX, 1846.

A. DES CLOIZEAUX. — *Sur l'emploi des propriétés optiques biréfringentes pour la détermination des espèces cristallisées.* A. M., XI, XIV et VI, 1857-1864.
— *Observations sur les modifications permanentes et temporaires que l'action de la chaleur apporte à quelques propriétés optiques de plusieurs corps cristallisés.* A. M. II, 1862.
— *Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux naturels ou artificiels et sur les variations que ces propriétés éprouvent sous l'influence de la chaleur.* M. S. E., XVIII, 1867.
— *Propriétés optiques cristallographiques et chimiques du microcline et examen optique de l'orthose et des principaux feldspaths tricliniques.* A. C. P., IX, 1876.
— *Oligoclases et Andésines.* A. C. P., VI, 1883.

E. BERTRAND. — *De l'application du microscope à l'étude de la minéralogie.* B. S. M., I, 1878 et vol. suivants.

E. MALLARD. — *De l'action de la chaleur sur les substances cristallisées. Sur la mesure de l'angle des axes optiques.* B. S. M., V et XIII, 1882-1890.

H. DUFET. — **Recherches expérimentales sur la variation des indices de réfraction sous l'influence de la chaleur.* B. S. M., VIII, in-8°. Paris, Chaix, 1885.

E. MALLARD et H. LE CHATELIER. — *Sur les variations qu'éprouve, avec la température, la biréfringence du quartz et de la barytine.* C. R., CX, 1890.

A. Offret. — **De la variation sous l'influence de la chaleur, des indices de réfraction de quelques espèces minérales dans l'étendue du spectre visible*. B. S. M., XIII, in-8°. Paris, Chaix, 1890.

F. Wallerant. — *Mémoire sur la quartzine et sur l'origine de la polarisation rotatoire*. B. S. M., XX, 1897.

H. Dufet. — *Recherches expérimentales sur l'existence de la polarisation rotatoire dans les cristaux biaxes*. B. S. M., XXVII, 1904.

⁂

A. Michel-Lévy. — *De l'emploi du microscope polarisant à lumière parallèle pour l'étude des plaques minces de roches éruptives*. A. M., XII, 1878.

— *Mesure du pouvoir biréfringent des minéraux en plaques minces et sur les positions d'égale intensité lumineuse de deux minéraux juxtaposés en plaques minces*. B. S. M., VI, 1883.

— **Étude sur la détermination des feldspaths dans les plaques minces*. Paris, 13 fasc. 1894-1904.

F. Fouqué. — *Contribution à l'étude des feldspaths des roches volcaniques*. B. S. M., XVII, 1894.

ABSORPTION

H. de Senarmont. — *Expérience sur la production artificielle du polychroïsme dans les substances cristallisées*. A. C. P., XLI, 1854.

A. Bertin. — *Sur les cristaux idiocyclophanes*. A. C. P., XV, 1878.

H. Becquerel. — *Recherches sur les variations du spectre d'absorption dans les cristaux*. A. C. P., XIV, 1888.

P. Gaubert. — *Sur la coloration artificielle des cristaux*. B. S. M., XXIII et XXVIII, 1900-1905.

ISOMORPHISME, POLYMORPHISME

L. Pasteur. — *Recherches sur le dimorphisme*. A. C. P., XXIII, 1848.

H. de Senarmont. — *Recherches sur les propriétés biréfringentes des corps isomorphes*. A. C. P., XXXIII, 1851.

D. Gernez. — *Notes sur les conditions de cristallisation du soufre*. A. C. P., LXXIX à CI, 1874-1884.

E. MALLARD. — *Sur les propriétés optiques des mélanges cristallins des substances isomorphes et sur l'explication de la polarisation rotatoire*. A. M., XIX et B. S. M., III, 1880.
— *Sur le dimorphisme de l'iodure d'argent* (avec H. Le Châtelier). C. R., XCVII, 1883.
— *Sur la chaleur latente correspondant au changement d'état de la boracite* (avec H. Le Châtelier). B. S. M., VI, 1883.
— *Sur l'isomorphisme des chlorates et des azotates et sur la vraisemblance de la quasi-identité de l'arrangement moléculaire de toutes les substances cristallisées*. B. S. M., VII, 1884.

G. WYROUBOFF. — *Recherches sur le polymorphisme et la pseudosymétrie*. B. S. M., XIII, XIV, XXIX, 1890-1906.

COMPOSÉS ACTIFS ET RACÉMIQUES

L. PASTEUR. — *Recherches sur les relations qui peuvent exister entre la forme cristalline, la composition chimique et le sens de la polarisation rotatoire*. A. C. P., XXIV, XXXI, XXXVIII, 1848-1853.
— **Recherches sur les propriétés spécifiques des deux acides qui composent l'acide racémique*. A. C. P., XXVIII, 1850.
— *Mémoire sur les acides aspartiques et maliques*. A. C. P., XXXIV, 1852.
— *Sur le dimorphisme dans les substances actives tétartoédriques*. A. C. P., XLII, 1854.

G. WYROUBOFF. — *Recherches cristallines sur quelques nouveaux tartrates*. B. S. M., VI, 1883.
— *Sur les racémates de soude et de potasse et les causes qui déterminent le dédoublement de certains racémates*. B. S. M., VI, 1886.

DILATATION

H. FIZEAU. — *Recherches sur la dilatation et la double réfraction du cristal de roche*. C. R., LVIII, LXVI, 1854-1868.

H. LE CHATELIER. — *Sur la dilatation du quartz*. C. R., CVIII, 1889.

CONDUCTIBILITÉ CALORIFIQUE

J.-M.-C. DUHAMEL. — *Sur la propagation de la chaleur dans les cristaux*. J. Ec. Polytech., XIX, 1848.

H. DE SENARMONT. — *Sur la conductibilité des substances cristallisées pour la chaleur*. A. C. P., XXI, XXII, XXIII, XXVIII, 1847-1850.

P. JANNETTAZ. — *Sur la propagation de la chaleur dans les corps cristallisés*. A. C. P., XXIX, 1873.

PROPRIÉTÉS ÉLECTRIQUES

J. CURIE. — *Recherches sur le pouvoir inducteur spécifique et sur la conductibilité des corps cristallisés*. A. C. P., XVII, XVIII, 1889.

PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES

P. WEISS. — **Recherches sur l'aimantation de la magnétique cristallisée et sur quelques alliages de fer et d'antimoine*. B. S. M., XX, in-4°. Paris, Carré, 1896-1897.

PYROÉLECTRICITÉ

A.-C. BECQUEREL. — *De quelques phénomènes électriques produits par la pression et le clivage des cristaux*. A. C. P., t. XXIII, 1828.

Ch. FRIEDEL. — *Sur la pyroélectricité dans la topaze, la blende et le quartz*. B. S. M., II, 1879.

Ch. FRIEDEL et J. CURIE. — *Sur la pyroélectricité de divers minéraux*. B. S. M., V, VI, VIII, 1882-1885.

PIEZOÉLECTRICITÉ

J. et P. CURIE. — *Développement par pression de l'électricité polaire dans les cristaux hémièdres à faces inclinées*. C. R., XCI et J. P., I et VIII, 1880-1889.

CRISTALLOGRAPHIE DESCRIPTIVE
(Minéraux exclus.)

A. LAMY et A. DES CLOIZEAUX. — *Etude chimique optique et cristallographique sur les sels de thallium*. A. C. P., XVII, 1869.

G. WYROUBOFF. — *Nombreux mémoires descriptifs de formes et de propriétés optiques*. B. S. M., I à XXX, 1879-1909.

H. DUFET. — *Notices cristallographiques* (11 Séries). B. S. M., XI, 1888-1903.

II. — MINÉRALOGIE CHIMIQUE

P. BERTHIER. — *Traité des essais de la voie sèche.* 2 vol. Paris, 1834.

F.-S. BEUDANT. — *Recherches sur la manière de discuter les analyses chimiques pour parvenir à déterminer exactement la composition des minéraux.* M. S. E., 1828.

H. SAINTE-CLAIRE-DEVILLE. — *Méthode générale d'analyse chimique.* A. C. P., XXXVIII, 1853.

L.-E. RIVOT. — *Docimasie. Traité d'analyse des substances minérales,* 2 vol. Paris, 1861.

Ad. CARNOT. — **Traité d'analyse des substances minérales,* 3 vol. in-8°. Paris, Dunod, 1898-1910.

F. LECOQ DE BOISBAUDRAN. — *Caractères chimiques et spectroscopiques d'un nouveau métal, le gallium, découvert dans une blende de la mine de Pierrefite (Pyrénées).* C. R., LXXXI, 1861.

G. FRIEDEL. — *Sur quelques propriétés nouvelles des zéolites.* B. S. M., XIX, XXI, XXII, 1896-1898.

A. DE GRAMONT. — *Analyse spectrale des minéraux non conducteurs par les sels fondus.* B. S. M., XXI, 1898.

P. CURIE et Mme CURIE. — *Sur une substance nouvelle radioactive contenue dans la pechblende.* C. R., CXXVII, 1898.

G. URBAIN. — *Analyse spectrographique des blendes.* C. R., CXLIX, 1909.

SYNTHÈSES

Les travaux originaux des savants cités plus haut consistent en courtes notes publiées dans C. R.; A. M.; A. P. C; B. S. M. : tous leurs résultats sont exposés dans les trois ouvrages suivants :

F. FOUQUÉ et A. MICHEL-LÉVY. — *Synthèse des minéraux et des roches.* 1 vol. in-8°, 1883.

L. BOURGEOIS. —**Reproduction artificielle des minéraux. In* Encyclopédie chim. Frémy, II. Gr. in-8°. Paris, Dunod, 1884-sqq.

Stan. MEUNIER. — *Les méthodes de synthèse en minéralogie,* 1 vol., 1891.

MALLARD. — * *Cours de Minéralogie,* 1893.

A. VERNEUIL. — **Mémoire sur la reproduction des rubis par fusion.* A. C. P., III, 1904.

III. — MINÉRALOGIE DESCRIPTIVE

HAÜY. — **Traité de Minéralogie*, 4 vol. in-8° et atlas. Paris, 1801; 2e édit., 1822.

— *Tableau comprenant des résultats de la Cristallographie et de l'analyse chimique relativement à la classification des minéraux*, 1 vol. in-8°. Paris, 1809.

— *Traité des caractères physiques des pierres précieuses pour servir à leur détermination lorsqu'elles ont été taillées*. Paris, 1817.

Al. BRONGNIART. — *Traité élémentaire de Minéralogie avec des applications aux arts*, 2 vol. Paris, 1807.

F.-S. BEUDANT. — *Traité élémentaire de Minéralogie*, Paris, 1824; 2e édit., 2 vol. Paris, 1830.

A. DUFRÉNOY. — *Traité de Minéralogie*, 3 vol. et atlas. Paris, 1844; 2e édit., 4 vol. et atlas, Paris, 1855.

A. LEYMERIE. — *Cours de Minéralogie*, 2 vol. Paris, 1857.

G. DELAFOSSE. — *Nouveau cours de Minéralogie*, 3 vol., 1858.

A. DE LAPPARENT. — **Cours de Minéralogie*, 1 vol. Paris, 1884-1908.

F. FOUQUÉ et A. MICHEL-LÉVY. — *Minéralogie micrographique*, 1 vol. in-4° et atlas. Paris, 1879.

A. MICHEL-LÉVY et A. LACROIX. — *Les minéraux des roches*, 1 vol. Paris, 1889.

A. DES CLOIZEAUX. — **Manuel de Minéralogie*, 2 vol. in-8° et atlas. Paris, Dunod, 1862-1893.

A. LACROIX. — **Minéralogie de la France et de ses Colonies*, 5 vol. Paris, 1893-1913.

✿ ✿ ✿

DE BOURNON. — *Traité complet de la chaux carbonatée et de l'aragonite*, 2 vol. et atlas. Londres, 1808.

A. LÉVY. — *Description d'une collection de minéraux formée par M. H. Heuland*, 3 vol. Londres, 1837.

A. DES CLOIZEAUX. — **Mémoire sur la cristallisation et la structure intérieure du quartz*. M. S. E., XV, in-4°. Paris, Imprimerie impériale, 1858.

A. DELESSE. — *Recherches sur les pseudomorphoses.* A. M., XVI, 1859.

Nombreux travaux descriptifs de divers auteurs dans les *Annales des Mines*, et, à partir de 1878, dans le *Bulletin de la Société française de Minéralogie.*

✿ ✿ ✿

A. DRIAN. — *Minéralogie et pétralogie des environs de Lyon*, 1 vol. Lyon, 1849.

F. GONNARD. — *Minéralogie du département du Puy-de-Dôme*, 1 vol. Paris, 1876.

— *Minéralogie du Rhône et de la Loire*, 1 vol. Paris, 1876.

Ch. BARET. — *Minéralogie de la Loire-Inférieure*, 1 vol. Nantes, 1898.

A. LACROIX. — **Le gypse de Paris et les minéraux qui l'accompagnent.* N. A. M., in-4°. Paris, Masson, 1897.

G. DUPOUY. — **Étude minéralogique sur l'Indo-Chine française*, in-8°. Paris, Larose, 1913.

FUMEROLLES VOLCANIQUES

H. SAINTE-CLAIRE-DEVILLE. — *Sur les émanations volcaniques.* C. R., XLIII, XLIV et B. S. G., XIV, 1856-57.

F. FOUQUÉ. — **Les phénomènes chimiques de l'Etna en 1865.* Arch. des Missions sc., III. Paris, Imprimerie impériale, 1866.

A. LACROIX. — *Les minéraux des fumerolles de l'éruption du Vésuve en avril 1906.* B. S. M., XXX, 1907.

— **Étude minéralogique des produits silicatés de l'éruption du Vésuve.* N. A. M., IX, 1907.

MÉTALLOGÉNIE

A. BURAT. — *Théorie des gîtes métallifères*, 1 vol. Paris, 1845.

Élie DE BEAUMONT. — *Note sur les émanations volcaniques et métallifères.* B. S. G., IV, 1847.

A. DAUBRÉE. — **Étude synthétique de géologie expérimentale*, 1 vol. in-8°. Paris, Dunod, 1879-1885.

— **Les eaux souterraines*, 3 vol. in-8°. Paris, Dunod, 1887.

Ed. FUCHS et L. DE LAUNAY. — *Traité des gîtes minéraux et métallifères*, 2 vol. Paris, 1893.

R. Tronquoy. — **Contribution à l'étude des gîtes d'étain*. B. S. M., XXXV, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1912.

L. de Launay. — *Traité de métallogénie. Gîtes minéraux et métallifères*, 3 vol. Paris, 1913.

PÉTROGRAPHIE GÉNÉRALE

C[te] de Buffon. — *Histoire naturelle des minéraux*, 5 vol., 1783-1788.

Al. Brongniart. — *Classification minéralogique des roches mélangées*. J. des Mines, XXXIV, 1813.

P.-L. Cordier. — *Mémoire sur les substances minérales, dites en masse, qui entrent dans la composition des roches volcaniques de tous les âges*. M. S. P., 1815.

Al. Brongniart. — *Classification et caractère minéralogique des roches homogènes et hétérogènes*, 1 vol. Paris, 1827.

Ch. d'Orbigny [Cordier]. — *Description des roches composant l'écorce terrestre*, 1 vol. Paris, 1842-1868.

H. Coquand. — **Traité des roches considérées au point de vue de leur origine, de leur composition et de leur gisement*, 1 vol. in-8°. Paris, Baillière, 1858.

F. Fouqué et A. Michel-Lévy. — *Minéralogie micrographique* (voir Min. descriptive).

A. Michel-Lévy. — *Structure et classification des roches éruptives*, 1 vol. Paris, 1889.

✿ ✿ ✿

Fleuriau de Bellevue. — *Mémoire sur les minéraux microscopiques et en particulier sur la sémêline, la mélilite*, etc., Journal de Physique, LI, Paris, 1800.

A. Delesse. — *Procédé mécanique pour déterminer la composition des roches*. A. M. XIII, 1848.

F. Fouqué. — *Nouveaux procédés d'analyse médiate des roches*. M. S. E., XXII, 1874.

J. Thoulet. — **Contribution à l'étude des propriétés physiques et chimiques des minéraux microscopiques*, in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1880.

R. Bréon. — *Séparation des minéraux microscopiques lourds*. B. S. M., III, 1880.

Daniel KLEIN. — *Sur la séparation mécanique par voie humide des minéraux de densité inférieure à 3,6.* B. S. M., IV, 1882.

COMPOSITION CHIMIQUE DES MAGMAS

J. DUROCHER. — *Essai de pétrologie comparée ou recherches sur la composition chimique et minéralogique des roches ignées, sur les phénomènes de leur émission et leur classification.* A. M., XI, 1857.

A. MICHEL-LÉVY. — *Classification des magmas et roches éruptives.* B. S. G., XXV, 1897.

— *Contribution à l'étude des magmas chimiques des principales séries volcaniques françaises. Paramètres magmatiques.* B. S. C., nos 92 et 96, 1902-1903.

SYNTHÈSE DES ROCHES ÉRUPTIVES

F. FOUQUÉ et A. MICHEL-LÉVY. — **Synthèse des minéraux et des roches*, 1878.

— *Notes nombreuses* publiées *in* C. R. et B. S. M., 1878-1891.

ALTÉRATIONS DES ROCHES

EBELMEN. — *Recherches sur les produits de décomposition des espèces minérales de la famille des silicates.* A. M., VI, 1845.

— *Recherches sur la décomposition des roches.* A. M., XII, 1847.

— *Recherches sur les altérations des roches stratifiées sous l'influence de l'atmosphère.* A. M., IV, 1853.

H. ARSANDAUX. — *Contribution à l'étude des roches alcalines de l'Est africain*, in-4°. Paris, Masson, 1906.

— *Contribution à l'étude des roches silicatées alumineuses dans les régions intertropicales.* B. S. M., XXXVI, 1913.

A. LACROIX. — **Les latérites de la Guinée.* N. A. M., V, 1914.

PÉTROGRAPHIE DESCRIPTIVE

ROCHES ÉRUPTIVES

A. DELESSE. — *Recherches sur la composition minéralogique et chimique des roches des Vosges.* A. M., XII, 1847.

— *Recherches sur les roches à structure globulaire.* Mémoires de la Société géologique de France, IV, 1852.

F. FOUQUÉ. — *Sur les inclusions vitreuses renfermées dans les feldspaths des laves de Santorin.* C. R., LXXVII, 1873.

A. MICHEL-LÉVY. — *Mémoire sur les divers modes de structure des roches éruptives étudiées au microscope au moyen de plaques minces.* A. M., VIII, 1875.

Ch. VÉLAIN. — *Description géologique de la presqu'île d'Aden, de l'île de la Réunion, des îles Saint-Paul et Amsterdam,* 1 vol. in-4°. Paris, 1877.

F. FOUQUÉ. — **Santorin et ses éruptions,* in-4°. Paris, Masson, 1879.

R. BRÉON. — *Notes pour servir à l'étude de la géologie de l'Islande et des îles Féroé.* 1 vol. in-4°. Paris, 1884.

HYADES. — **Expédition du cap Horn. Pétrographie,* 1 vol. in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1887.

Ch. BARROIS. — *Mémoire sur les éruptions diabasiques du Menez Horn* (Finistère), B. S. C., n° 7, 1890.

J. CURIE et G. FLAMAND. — *Les roches éruptives d'Algérie,* 1 vol. in-4°. Alger, 1890.

A. MICHEL-LÉVY. — *Note sur la chaîne des Puys, le Mont-Dore et les éruptions de la Limagne,* B. S. G., XVIII, 1891.

M. BOULE. — **Description géologique du Velay.* B. S. C., n° 28, in-8°. Paris, Baudry, 1892.

A. MICHEL-LÉVY. — **Mémoire sur le porphyre bleu de l'Esterel.* B. S. C., n° 57, 1897.

A. LACROIX. — **Les roches alcalines de la province d'Ampasindava à Madagascar.* N. A. M., I et II, 1902-1903.

— **La montagne Pelée et ses éruptions,* 1 vol. in-4°. Paris, Masson, 1904.

— **La montagne Pelée après ses éruptions,* 1 vol. in-4° Paris, Masson, 1908.

F. FOUQUÉ. — *Les analyses en bloc et leur interprétation.* B. S. M., XXV, 1902.

L. GENTIL. — **Esquisse pétrographique du bassin de la Tafna (Algérie),* 1 vol. in-8°, 1902.

J. DEPRAT. — *Étude géologique et pétrographique de l'île d'Eubée,* in-8°. Besançon, Dodivers, 1904.

— *Étude des roches alcalines de la Corse.* B. S. C., n° 114, 1905.

H. ARSANDAUX. — **Contribution à l'étude des roches alcalines de l'Est africain,* in-4°. Paris, 1906.

Albert Michel-Lévy. — *Les terrains primaires du Morvan et de la Loire*. B. C. F., n° 120, 1908.

J. de Lapparent. — **Étude comparative de quelques porphyroïdes françaises*. B. S. M., XXXII, in-8°. Paris, 1909.

G. Garde. — **Description géologique des régions situées entre le Niger et le Tchad et au N.-E. du Tchad*, 1 vol. in-8°. Clermont-Ferrand, 1910.

A. Lacroix. — **Les syénites néphéliniques des îles de Los*. N. A. M., III, 1911.

L. Vandernotte. — **Contribution à l'étude géologique des roches éruptives de la bordure S.-E. du massif armoricain*. 1 vol. in-8°. Paris, Levé, 1913.

MÉTÉORITES

A. Daubrée. — *Classification adoptée pour la collection des météorites du Muséum. Étude sur la géologie expérimentale*. C. R., LXV et LXXVI, 1867-1870.

Stan. Meunier. — *Météorites*. Encyclopédie chimique Frémy, II. Paris, Dunod, 1884.

— *Revision des météorites de la collection du Muséum*. Bull. Soc. Hist. nat. Autun, VI, VII, IX.

A. Lacroix. — *La météorite de Saint-Christophe-la-Chartreuse (Vendée)*. Bull. Soc. Sc. nat., Ouest, VI, 1906.

ROCHES SÉDIMENTAIRES

A. Delesse. — *Lithologie des mers de France et des mers principales du globe*, 2 vol. in-8° et atlas in-fol. Paris, 1871.

M. Hovelacque. — *Album de microphotographies des roches sédimentaires*, in-4°. Paris, 1900.

L. Cayeux. — *Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires*. I. *Dépôts siliceux secondaires et tertiaires du bassin de Paris et de la Belgique*. II. *Craie du bassin de Paris*. Mém. Soc. géol. du Nord, IV. Paris, 1897.

— **Structure et origine des grès parisiens tertiaires. Etude des gîtes minéraux de la France*. Minist. Trav. publics, 1906.

— **Les minerais de fer oolithiques de France*. I. *Minerais de fer primaires*. Minist. Trav. publics, 1909.

ROCHES MÉTAMORPHIQUES

J. Durocher. — *Étude sur le métamorphisme des roches*. B. S. G., III, 1845-1846.

J. FOURNET. — *Résultats sommaires d'une exploration des Vosges*. B. S. G., IV, 1846.

A. DELESSE. — **Étude sur le métamorphisme*. M. S. E., XVII, 1 vol. in-8°. Paris, Dalmont et Dunod, 1858-1859.

A. DAUBRÉE. — *Etude sur le métamorphisme*. M. S. E., XVII, 1862.

A. MICHEL-LÉVY. — *Mémoire sur les schistes micacés de Saint-Léon (Allier)*. B. S. G., IX, 1880.

Ch. BARROIS. — *Mémoire sur les grès métamorphiques du massif granitique du Guéméné*. Ann. Soc. géol. Nord, XI, 1884.

— *Le granite de Rostrenen, ses apophyses et ses contacts*. Ann. Soc. géol. Nord, XII, 1884.

A. MICHEL-LÉVY. — *Mémoire sur l'origine des terrains cristallins primitifs*. B. S. G., XVI, 1887.

A. LACROIX. — **Contribution à l'étude des gneiss à pyroxène et des roches à wernérite*. B. S. M., XII, in-8°. Paris, Chaix, 1889.

Ch. BARROIS, A. OFFRET, A. Michel LÉVY et J. BERGERON. — **Pétrographie* in *Mission d'Andalousie*. M. S. E., XXX, n° 2, 1884.

A. MICHEL-LÉVY. — **Contribution à l'étude du granite de Flamanville et des granites français en général*. B. S. C., n° 36, 1893.

A. LACROIX. — **Les enclaves des roches volcaniques*, 1 vol. in-8°. Mâcon, 1894.

— *Les phénomènes de contact des lherzolites et de quelques ophites des Pyrénées*. B. S. C., n° 42, 1895.

— *Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact*, B. S. C., n°s 64 et 71, 1895.

P. TERMIER. — *Les schistes cristallins des Alpes occidentales* (Conf. faite au Congrès géol. int. de Vienne), 1903.

PÉRIODIQUES

**Annales des Mines*, paraissent depuis 1816, in-8°, Paris.

**Annales de Physique et de Chimie;* paraissent depuis 1830, in-8°, Paris.

Annales de la Société géologique du Nord de la France, paraissent depuis 1870, in-8°, Lille.

**Annales scientifiques de l'École normale supérieure*, paraissent depuis 1864, in-4°. Paris, Gauthier-Villars.

**Bulletin de la Société française de Minéralogie,* in-8°, paraît depuis 1878. Paris, Béranger.

**Bulletin de la Société géologique de France,* paraît depuis 1830, in-8°, Paris.

**Bulletin du Service de la carte géologique de la France,* paraît depuis 1889, in-8°, Paris.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; paraissent depuis 1835, in-4°. Paris, Gauthier-Villars.

**Journal de l'École polytechnique,* paraît depuis 1794, in-4°. Paris, Gauthier-Villars.

Journal des Mines, publié par le Conseil général des mines; a paru de 1795 à 1816, Paris.

Journal de Physique, in-8°. Paris, Gauthier-Villars.

Mémoires de l'Académie des Sciences (Recueil des savants étrangers à l'Académie), paraissent depuis 1827, in-4°, Paris.

Mémoires de l'Académie des Sciences, 2e série en cours de publication, 53 volumes in-4°. Paris, Gauthier-Villars.

**Nouvelles Archives du Muséum,* paraissent depuis 1865. Paris, Masson.

Les ouvrages marqués d'un astérisque sont ceux qui figurent, en totalité ou en partie, dans la Bibliothèque de la Science française, à l'Exposition de San Francisco.

LA GÉOLOGIE

LES FASTES de la Géologie française n'ont jamais fait l'objet, jusqu'ici, d'une enquête spéciale et complète. Pour en recueillir les éléments épars, il est nécessaire de puiser soit dans les ouvrages consacrés à l'histoire des sciences géologiques en général — et, parmi ceux-ci, les excellents volumes de D'ARCHIAC (1847, 1866) méritent une place d'honneur, — soit dans quelques monographies de personnages ou d'institutions célèbres, telles que le livre consacré par Ch. SAINTE-CLAIRE DEVILLE à *Élie de Beaumont* (1878), l'étude de J. GOSSELET sur *Constant Prévost* (1896), l'*Éloge de Marcel Bertrand* de P. TERMIER (1908), ou enfin le magistral Rapport dans lequel Albert DE LAPPARENT, en 1880, appréciait les travaux publiés par la *Société Géologique de France* pendant le premier demi-siècle de son existence.

A cette lacune ne suppléent que très imparfaitement les répertoires périodiques, dont la durée fut presque toujours éphémère, et qui, à l'inverse de ce que nous montrent la Suisse, l'Italie, l'Amérique du Nord, par exemple, ne se sont jamais renfermés dans les limites du territoire national. Les deux plus notables de ces séries, qui, malheureusement, ne se rejoignent pas, couvrent : l'une, la période 1860-1878 — *Revue de Géologie*, par DELESSE, LAUGEL et de Lapparent ; l'autre, les années 1885-1898 — *Annuaire Géologique Universel*, de DAGINCOURT, L. CAREZ et H. DOUVILLÉ. Aucun instrument de travail similaire ne s'est substitué à ces deux entreprises depuis le début du XXe siècle.

Toutefois, les sources principales, pour la période moderne, tout au moins, demeurent facilement accessibles : ce

sont en premier lieu, le *Bulletin* annuel de la Société Géologique de France, dont 95 volumes, depuis 1830, ont vu le jour, et les *Mémoires* de la même compagnie, comptant 22 volumes, parus de 1833 à 1912; puis, un recueil officiel, le *Bulletin des Services de la Carte géologique de la France et des Topographies souterraines*, fondé en 1889 par le Ministère des Travaux publics, et dont les 22 volumes déjà distribués renferment un grand nombre de documents descriptifs, les travaux de plus longue haleine étant réservés à la somptueuse collection des *Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France*. A côté de Paris, où sont éditées ces diverses collections, la province ne demeure pas inactive : à Lille fonctionne, en effet, depuis 1870, la Société Géologique du Nord, dont les *Annales* (43 vol. parus) constituent une mine inépuisable en renseignements de tout genre sur la Géologie de la région franco-belge et de beaucoup d'autres parties du globe, sans compter les volumineux *Mémoires* que cette association fait également paraître; tandis qu'à Grenoble, le Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences centralise, depuis vingt-cinq ans, les *Travaux* élaborés par la plupart des géologues du Sud-Est; et l'on pourrait signaler, dans d'autres villes, quelques centres d'études ou de publication moins actifs, sinon moins vivaces.

PÉRIODE ANCIENNE

I. DES ORIGINES AU MILIEU DU XVIIIe SIÈCLE

On attribue généralement à Bernard Palissy l'honneur d'avoir formulé le premier, dans notre pays, des idées justes sur la formation des terrains sédimentaires et l'origine des fossiles. Dans ses *Discours admirables de la nature des eaux et fontaines, des métaux, des sels et salines, des pierres, des terres, du feu et des émaux*, publiés pour la première fois à Paris, en 1580, et réédités de nos jours par Anatole France, le célèbre « potier de terre » saintongeois démontre, avec

une parfaite clarté, que la plupart des roches se sont formées au sein des eaux, et que les coquilles qu'elles renferment ont vécu sur place, dans des fleuves ou dans la mer. Ces vues si exactes avaient, d'ailleurs, été énoncées plus d'une fois antérieurement, et en France même, en plein moyen âge, par plusieurs maîtres de l'Université de Paris : M. Duhem a montré, récemment, tout ce que Léonard de Vinci, par exemple, devait à la lecture des écrits d'Albert de Saxe, où l'on retrouve en germe jusqu'à la doctrine de l'isostasie ; et il semble bien que, par l'intermédiaire de Cardan, ces emprunts aient, à leur tour, inspiré Palissy.

Au XVIIe siècle, l'un des plus grands génies qu'aient jamais illustré la France, Descartes, dont la vaste intelligence s'attaquait successivement à tous les problèmes du monde matériel et du domaine de la pensée, s'élevant à une hauteur que nul, avant lui, n'avait atteinte, établissait que la Terre est un astre refroidi à sa surface, mais qui, au-dessous d'une « croûte fort pesante, de laquelle viennent tous les métaux », conserve encore à son intérieur un *feu central*. Le refroidissement même de cette masse a dû amener, par contraction, la production de fentes et la chute des parties externes, obligées de s'accommoder d'une superficie qui n'était plus assez large pour les « recevoir en la même situation qu'elles avaient auparavant. »

Ces vues remarquables ont été publiées pour la première fois en 1644, dans les *Principia Philosophiæ*, ouvrage qui ne fut traduit en français que vingt-quatre ans plus tard. Elles ont certainement été connues du savant danois Sténon, qui fit un séjour à Paris de 1664 à 1666, et dont le fameux « prodrome », intitulé : *De solido intra solidum naturaliter contento*, où se trouvent exprimées des conceptions analogues, ne parut qu'en 1669. Quoiqu'il en soit de ce point d'histoire littéraire, l'apport de Descartes à la construction d'une théorie rationnelle du globe terrestre est si considérable qu'un bon juge, A. Daubrée, dans une pénétrante étude sur son œuvre (1880), n'a pas hésité à le saluer comme « l'un des créateurs de la Cosmologie et de la Géologie. »

Vers le milieu du XVIIIe siècle, de Maillet, l'auteur

du livre étrange intitulé : *Telliamed, ou Entretiens d'un philosophe indien avec un missionnaire françois* sur la diminution de la mer, la formation de la Terre, l'origine de l'homme, etc. (1748), nous ramène à l'observation des terrains de sédiment et des fossiles ; la forme bizarre qu'il donne à l'expression de thèses souvent fort justes, dont il avait puisé les éléments dans ses voyages en Égypte et sur les bords de la Méditerranée, ne saurait empêcher d'en reconnaître la portée réelle ; et les paléontologistes voient en lui, avec raison, un des précurseurs du Transformisme.

Dans sa *Théorie de la Terre* (1749) formant le début de son *Histoire naturelle*, BUFFON, avec le style magnifique qui lui est propre, se montre, comme on aurait dit au siècle suivant, un partisan convaincu des « causes actuelles ». Le premier, peut-être, il prouve l'existence de la chaleur interne du globe par l'accroissement de température que l'on constate dans les mines, en s'enfonçant au-dessous de sa surface. Il insiste, d'autre part, sur l'abondance, dans le sol superficiel, des restes d'animaux d'espèces perdues, et sur l'origine des dépôts marins antérieurs, constitués aux dépens des « matières vitrescibles » représentant elles-mêmes une sorte de scorie primitive. Nous voyons apparaître, ici, comme une première ébauche de chronologie — résultat, il est vrai, du raisonnement philosophique plutôt que de l'observation directe. Et cette idée féconde d'une succession des phénomènes dans le Temps, qui va devenir la base de la Géologie tout entière, Buffon la développe bientôt après dans ses *Époques de la Nature*, publiées en 1778. Le grand naturaliste compte six de ces divisions : dans la première, notre globe, encore fluide et incandescent, s'individualise et reçoit sa forme aplatie ; la seconde voit apparaître, par suite du refroidissement, une écorce solide ; au cours de la troisième époque, la mer recouvre les continents actuels, et y dépose d'innombrables coquilles ; pendant la quatrième, les eaux se retirent jusqu'aux limites qu'elles respectent encore aujourd'hui ; la cinquième est caractérisée par les grands quadrupèdes disparus dont le sol de nos contrées renferme les vestiges ; la sixième, enfin,

a vu s'accomplir la séparation de l'ancien et du nouveau continent, dont la liaison originelle est prouvée par l'identité de ces mêmes fossiles. Une septième époque, intercalée après coup, serait celle où l'activité de l'homme vient s'ajouter à celle de la Nature — et il faut, en passant, noter que Buffon a parfaitement compris l'origine artificielle des haches de pierre et autres instruments fabriqués par nos ancêtres préhistoriques.

Ce tableau grandiose n'a plus pour les savants qu'un intérêt rétrospectif ; il n'en demeure pas moins comme un monument du génie de son auteur. Et si la durée que Buffon assigne à l'ensemble de ses « époques » nous fait, maintenant, sourire — qu'est-ce, aujourd'hui, qu'un total de 75000 ans ! — n'oublions pas, pour être justes, que l'immensité du Temps, projetée dans le passé, est une conception récente : il y avait bien quelque mérite, en 1778, à reculer la formation de notre planète jusqu'à une date vingt fois plus éloignée de notre ère que l'opinion courante ne l'admettait alors pour l'origine de l'Univers tout entier.

II. — DE BUFFON A CUVIER

Sans avoir joui de son vivant, à beaucoup près, de la même célébrité que son illustre contemporain, Jean-Étienne GUETTARD mérite d'être regardé comme l'un des créateurs de la Cartographie géologique. Dans son travail intitulé : *Mémoire et carte minéralogique sur la nature et la situation des terreins qui traversent la France et l'Angleterre*, présenté à l'Académie des Sciences en 1746 et publié en 1751, Guettard proclame pour la première fois le principe de la continuité des masses minérales, et il figure, sur les cartes qui l'accompagnent, la distribution de trois « bandes sablonneuse », « marneuse », et « schiteuse ou métallique », qui correspondent grossièrement aux terrains tertiaires, à la craie, et aux formations antérieures des géologues modernes. Dans ses *Mémoires sur la minéralogie du Dauphiné* (1779), il distingue de même, pour cette province, une « partie sablonneuse », une « partie calcaire » et une « partie schiteuse ou graniteuse », et

il limite avec beaucoup d'exactitude les affleurements respectifs de ces divisions naturelles. Étendant la même méthode à des contrées qu'il n'avait jamais visitées, il fait paraître, en 1752, un *Mémoire dans lequel on compare le Canada à la Suisse*, avec une carte de l'Amérique du Nord, et, dix ans après, un *Mémoire sur la nature du terrein de la Pologne et des minéraux qu'il renferme.* Son plus beau titre de gloire est, toutefois, d'avoir reconnu, dès 1752, la véritable nature des anciens volcans du centre de la France, dont personne, avant lui, n'avait soupçonné l'origine.

Un nouveau progrès fut réalisé dans ce domaine, entre 1763 et 1771, par N. DESMAREST, qui occupait, à la veille de la Révolution, le poste de directeur des Manufactures de France. Dans un *Mémoire sur l'origine et la nature du basalte*, qui fut publié par les soins de l'Académie des Sciences de 1774 à 1777, et qui demeure un modèle d'exposition critique, Desmarest, remontant le cours des âges, part des cratères bien conservés de la chaîne des Puys pour aboutir aux lambeaux basaltiques n'ayant plus aucun lien apparent avec une bouche éruptive; il montre que les uns et les autres forment une série continue, et que le basalte, par conséquent, est une véritable lave. Du même coup, il établit que les vallées, partiellement remplies par ces produits volcaniques, ont été creusées par les eaux courantes, conclusion que le comte DE MONTLOSIER devait reprendre à son compte, quinze ans plus tard, dans son *Essai sur la théorie des volcans d'Auvergne* (1789). Malgré les observations décisives de Desmarest, et sous l'influence de l'École, alors toute-puissante, de Freyberg, l'origine du basalte devait continuer d'être l'objet, dans toute l'Europe savante, de discussions passionnées : l'écho de cette lutte entre « plutoniens » et « neptuniens » retentissait encore au début du XIXe siècle, quand l'éclatante conversion de Léopold DE BUCH (1809) et de D'AUBUISSON (1819) y mit fin.

Si Guettard avait substitué à la notion vague des amas accidentels le principe de la continuité des terrains, c'est à GIRAUD-SOULAVIE qu'était réservé le mérite de formuler clairement, pour la première fois, le principe de superposi-

tion, en l'appliquant à l'analyse du sol de sa province d'origine, le Languedoc. Son *Histoire naturelle de la France méridionale* (1780–1784) renferme, en même temps qu'un tableau de la succession des roches et des fossiles dans les Cévennes, très remarquable pour l'époque, une chronologie des volcans éteints du Vivarais et du Velay qui ne le cède en rien, pour la perspicacité des conclusions, aux travaux de Guettard et de Desmarest. Après cette tentative magistrale, la stratigraphie pouvait naître.

Dans un domaine différent, l'*Essai sur la minéralogie des Monts-Pyrénées* de PALASSOU (1782) ouvrait des voies nouvelles, en montrant que cette chaîne de montagnes affectait une structure régulière, caractérisée par le parallélisme des bandes de terrains redressés qui la constituent. L'auteur, remarquons-le, semble avoir été beaucoup mieux inspiré dans ses conclusions que DE SAUSSURE explorant les Alpes, où l'illustre Genevois n'avait rien trouvé de constant, disait-il, que leur variété. Un peu plus tard (1797), RAMOND rappôrtait de la cime du mont Perdu des coquilles de Nummulites.

III. — LES DÉBUTS DU XIXe SIÈCLE

En abordant le XIXe siècle, saluons d'abord le grand nom de LAMARCK, auteur d'une *Hydrogéologie* (1802) où des vues profondes se mêlent à des bizarreries singulières, et arrivons à CUVIER.

Tout a été dit sur le créateur de l'Anatomie comparée et sur ses merveilleuses découvertes, qui ont exercé la plus profonde influence sur le développement de la Paléontologie : cette branche de la science, dans sa forme descriptive, du moins en ce qui concerne les Vertébrés, date de l'illustre naturaliste, dont les *Recherches sur les ossements fossiles* (1812–1824) ont servi de point de départ à tous les travaux ultérieurs. Mais, chez Cuvier, en dépit de l'auréole de gloire qui entoure son souvenir, le géologue n'est guère au niveau du patient évocateur des *Paleotherium* et des Mastodontes : son fameux *Discours sur les révolutions de la sur-*

face du globe, publié pour la première fois en 1822, est plutôt un morceau d'éloquence académique qu'une œuvre de science véritable ; le retentissement sans précédent de cet écrit célèbre, qui, en huit ans, n'eût pas moins de six éditions, ne saurait servir de mesure à sa valeur réelle ; et d'ARCHIAC, quarante ans plus tard, relevait déjà l'impardonnable ignorance dont Cuvier avait fait preuve, en le rédigeant, vis-à-vis des résultats les mieux établis par ses prédécesseurs ou ses contemporains.

C'est sur un théâtre plus modeste, en décrivant le sol des environs de Paris, que Cuvier a exercé un rôle directement utile aux progrès de la Géologie ; ses travaux ont jeté les bases de la Stratigraphie des formations tertiaires. Mais, ici, il n'était plus seul à tenir la plume, et c'est à son collaborateur Alexandre BRONGNIART que semble bien avoir échu, sur le terrain, la part principale.

L'*Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris*, publié sous le nom des deux savants, parut simultanément, en 1808, dans le *Journal des Mines* et dans les *Annales du Muséum*, puis trois ans plus tard, sous une forme plus ample, dans les *Mémoires de l'Institut;* enfin, en 1835, une troisième édition de ce travail fondamental prenait le titre de *Description géologique des environs de Paris* — changement de nom révélateur de la marche de la science. C'est dans cet ouvrage qu'apparaît pour la première fois l'expression de « bassin de Paris », qui fit fortune par la suite ; le sens de la topographie ne constitue pas, d'ailleurs, la qualité maîtresse de l'*Essai*, et il y a loin des coupes grossières qui l'accompagnent aux élégants contours que W. Smith, par exemple, dessinait, à la même époque, sur les cartes des comtés de l'Angleterre.

L'année même où paraissait le travail des deux naturalistes parisiens, un jeune savant de Liége, d'Omalius d'Halloy, donnait au *Journal des Mines* un très important *Essai sur la géologie du Nord de la France*. Il y décrivait, à la suite d'un grand nombre d'excursions, la structure de tout le pays compris entre la Manche et le Rhin, dont il donnait, pour la première fois, une idée juste. Il insistait



LOUIS ÉLIE DE BEAUMONT (1798-1874)

MÉDAILLON PAR
DAVID D'ANGERS

sur la présence, dans ce territoire, de deux ordres de terrains, caractérisés, l'un, le plus récent, par des couches horizontales, et l'autre, le plus ancien, par des couches d'ordinaire inclinées ; aussi a-t-on pu dire qu'il avait inauguré, pour ces régions, « une ère nouvelle dans l'étude de leurs terrains sédimentaires. » Dans un second mémoire, publié en 1816, d'Omalius précisait ses observations sur l'*Étendue géographique des terrains des environs de Paris ;* la carte coloriée et le profil d'Hirson à Guéret qui l'accompagnent font ressortir la rare sagacité du géologue belge. C'est encore à d'Omalius que l'on doit d'avoir établi « l'analogie des terrains primaires de la Bretagne avec ceux de l'Ardenne, et des roches granitiques du même pays avec celles du Plateau Central » (J. GOSSELET). Enfin, en 1822, les *Annales des Mines* faisaient paraître, signée de son nom, une petite carte géologique qui est la première sur laquelle le territoire français ait été représenté dans son entier ; une deuxième édition de cette carte, publiée en 1828, est jointe au volume intitulé : *Mémoires pour servir à la description géologique des Pays-Bas, de la France et de quelques contrées voisines.*

Nous pouvons clore cette esquisse des progrès de la Géologie française avant l'époque moderne en mentionnant deux travaux de BRONGNIART *Sur les caractères zoologiques des formations* (1821) et *Sur les terrains de sédiment supérieur calcaréo-trappéens du Vicentin* (1823). L'auteur y proclame sa foi dans le principe que chaque « époque de formation » est caractérisée par des fossiles spéciaux, et que ces formes se succèdent toujours et partout dans le même ordre. Il assimile, non sans hardiesse, les roches noires des Diablerets à notre calcaire grossier, et les couches de la montagne des Fiz à la craie de Rouen. On n'aura plus, après lui, qu'à suivre sa méthode pour perfectionner l'échelle des terrains, à l'exemple de ce que font vers le même temps, de l'autre côté de la Manche, William Smith, Conybeare et Buckland.

Les travaux publiés en France devenant, désormais, beaucoup trop nombreux et trop variés dans leur objet pour qu'il y ait avantage à les passer en revue selon l'ordre

strictement chronologique, nous les grouperons, en traitant de la période moderne, d'après les matières principales qui y sont étudiées : ce sera comme l'historique d'autant de branches particulières de la Science, dont nous allons maintenant nous occuper.

PÉRIODE MODERNE

I. — GÉOLOGIE GÉNÉRALE

A. Dynamique externe.

1° *Eaux courantes.* — De tout temps, le travail des pluies et des rivières sur le sol a frappé les observateurs. Dès 1770, Guettard, au tome III de ses *Mémoires sur différentes parties des Sciences et Arts*, consacrait plus de 100 pages à la « dégradation des montagnes » dont nous sommes journellement les témoins. C'est surtout vers les sources des cours d'eau, où la pente est plus forte, que ces phénomènes mécaniques atteignent leur plus grande intensité ; aussi est-ce dans ces régions qu'un ingénieur des Ponts et Chaussées, Surell, a cherché, dès 1841, à en définir les lois essentielles. Ses *Études sur les torrents des Hautes-Alpes*, rééditées en 1870-1872, ont servi de base à tous les travaux ultérieurs ; sa distinction entre les tronçons successifs du lit : bassin de réception, canal d'écoulement, cône de déjection, notamment, est restée classique.

Dans ses *Leçons de Géologie pratique*, professées au Collège de France pendant l'année scolaire 1843-1844, mais dont le tome II n'a paru qu'en 1869, Élie de Beaumont a résumé, avec sa lucidité coutumière, ce que l'on savait alors sur le mode d'écoulement des grands fleuves et les effets de leur travail mécanique ; il y expose, en particulier, à titre d'exemple, d'après les auteurs de la *Description de l'Égypte*, l'histoire du Nil et de son delta. Ce morceau remarquable, souvent imité dans la suite, n'a jamais été dépassé.

En 1846, les glissements spontanés des terrains argileux

ont fait, de la part de l'ingénieur Alex. COLLIN, chargé du service du canal de Bourgogne, l'objet de recherches expérimentales qui représentent probablement la première tentative d'interprétation rationnelle du modelé des versants; malgré sa date, ce document, qu'on ne connaît pas assez, n'a pas vieilli. Mais revenons à l'Hydraulique fluviale.

Nous ne pouvons songer à énumérer ici tous les mémoires ou rapports, d'ordinaire insérés aux *Annales des Ponts et Chaussées*, qui ont fait réaliser quelques progrès à cette science difficile. Citons, du moins, à cause de la fertilité de leurs applications géologiques, les *Études relatives à l'endiguement des rivières et aux inondations*, de l'ingénieur DAUSSE, publiées par l'Académie des Sciences en 1872. Dausse a insisté toute sa vie sur la notion du *profil d'équilibre*, et l'on sait quel parti les géographes ont tiré de ce principe en analysant les formes des vallées. Toutefois, la destinée de la terre ferme, en dernière analyse, est bien de voir disparaître, avec le temps, toutes les saillies qui en accidentent la surface; et il n'y a d'autre limite à l'effort de l'érosion, toutes choses égales d'ailleurs, que la quasi-horizontalité finale, c'est-à-dire la condition à laquelle l'Américain W. M. DAVIS a donné le nom de *pénéplaine*. Albert DE LAPPARENT a popularisé chez nous ces conclusions, dans plusieurs articles rédigés avec l'élégance et la facilité de style qui étaient les marques distinctives de son talent.

En 1902, une contribution importante à la connaissance du mécanisme de l'érosion fluviale a été fournie par Jean BRUNHES, dans un mémoire intitulé: *le Travail des eaux courantes; la tactique des tourbillons*. L'auteur y analyse avec beaucoup de finesse le processus qui aboutit à la formation des « marmites » torrentielles, et en montre la généralité.

Les forestiers, dès longtemps, ont eu, comme les ingénieurs, la charge de surveiller nos cours d'eau naturels et de prévenir, dans la mesure du possible, leurs dévastations. L'un d'eux, L.-A. FABRE, a exposé les conditions qui, à ce point de vue, prévalent dans le bassin supérieur de la

Garonne (1902). Plus récemment (1911), le **Ministère de l'Agriculture** a fait paraître, sur la *Restauration et* la *conservation des terrains en montagne*, une enquête très complète, qui est accompagnée d'un dossier iconographique des plus intéressants. Plus localisée quant à son objet, mais non moins exhaustive par sa méthode est la monographie des torrents de la Savoie due à L. Mougin. De tels travaux sont, en quelque sorte, définitifs, s'il est permis d'employer cette épithète quand il s'agit de phénomènes dont la mobilité constitue le caractère essentiel.

Les géologues, comme les ingénieurs, font jouer avec raison un grand rôle à ce qui se passe sur le lit même des cours d'eaux ; mais il est rare qu'un examen direct en rende l'observation possible, surtout dans les parties rocheuses et resserrées où l'affouillement est d'autant plus actif que la rapidité du courant est plus grande. Dans l'étude si minutieuse qu'il a faite, au point de vue géologique, du barrage projeté sur le haut Rhône français, à Génissiat, non loin de Bellegarde, M. Lugeon a décrit un exemple saisissant de cet effort de corrosion mécanique, aboutissant à la formation, dans le lit du fleuve, d'une dépression fermée, véritable *ombilic* dont la profondeur relative atteint une trentaine de mètres. L'outil qui sert à l'accomplissement de ce travail est représenté par les sables et les limons que charrient les cours d'eau ; le jaugeage de ces matériaux solides, au moyen d'échantillons prélevés périodiquement en un certain nombre de stations, s'impose si l'on veut évaluer le taux actuel de la dénudation des continents. Un géographe français, H. Baulig, a mis en œuvre, de ce point de vue, les mesures nombreuses et précises que l'on doit au service hydrologique des États-Unis (1910), et la portée des conclusions qu'il en a déduites est très générale. D'autre part notre Ministère de l'Agriculture, encourageant ces recherches, a confié aux chimistes A. Muntz et E. Lainé une enquête sur les matériaux transportés par les cours d'eau des Alpes et des Pyrénées, dont les premiers résultats ont été publiés dans deux notes sommaires, en 1913 et en 1915.

Tel a été, en raccourci, l'apport essentiel de la Science française, depuis trois quarts de siècle, à l'étude des cours d'eau actuels. Il restait à appliquer ces notions au problème si complexe du creusement des vallées, et à l'analyse systématique des formes du terrain ; c'est vers la fin du dernier siècle que l'on vit, chez nous, topographes et géologues mettre en commun leurs efforts pour aborder cette tâche nouvelle : un ouvrage publié par le Service Géographique de l'Armée, et dont le colonel DE LA NOË était l'auteur principal, ouvrit la voie, en 1888. Quelques années plus tard, Albert de Lapparent, toujours prêt à offrir le concours de sa plume si alerte dès qu'il s'agissait de répandre dans le public des idées neuves et fécondes, consacrait la plus grande partie de ses *Leçons de Géographie physique* à l'exposé des principes de la Géomorphogénie ; le succès de ce livre, attesté par trois éditions consécutives, montre combien ces doctrines avaient vite fait leur chemin.

Vingt ans après la distribution des *Formes du Terrain*, le successeur du général DE LA NOË au Service Géographique, le général BERTHAUT, faisait paraître à son tour, sous le titre de : *Topologie. Étude du terrain*, un ouvrage qui a aussitôt acquis une juste notoriété ; un nouveau volume d'*Études topologiques* est venu compléter cette œuvre maîtresse, en 1912. D'autre part, le *Traité de Géographie physique* d'Emm. DE MARTONNE (1909) reprenait le sujet en l'élargissant, et consacrait définitivement l'introduction de ces méthodes dans l'enseignement universitaire. Joignant l'exemple au précepte, M. de Martonne montrait, dans ses *Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Transylvanie*, présentées comme thèse de doctorat ès sciences à la Sorbonne, en 1907, l'excellence de l'outil mis ainsi entre les mains des travailleurs pour arriver à interpréter les particularités du relief. Le zélé professeur avait été précédé dans cette voie par M. Lugeon, dont l'Académie des Sciences couronnait, dès 1900, les suggestives *Recherches sur l'origine des vallées des Alpes Occidentales*.

Peu après, un géologue de Grenoble, V. PAQUIER, analysait avec conscience les détails de la formation du relief

dans les montagnes de la Drôme (1902). Puis, A. BRIQUET décrivait *la Pénéplaine du Nord de la France et ses transformations* (1908), tandis que dans sa thèse sur *le Berry* A. VACHER reconstituait l'histoire des affluents de gauche de la Loire (1908), et que C. PASSERAT essayait de déchiffrer *les Origines de la vallée de la Charente* (1911). Ces études diverses — et il serait facile de multiplier les citations — ne représentent, jusqu'ici, que des fragments; l'heure n'est pas encore venue d'écrire l'histoire complète de nos rivières et de leurs vallées; mais, avec l'achèvement des levés géologiques, elle ne saurait tarder bien longtemps, car la route qui doit mener au but est, désormais, sans mystère.

2° *Eaux souterraines.* — Les géologues, en France, se sont de bonne heure intéressés aux études hydrologiques. Sans remonter jusqu'aux premières recherches relatives aux nappes artésiennes, nous voyons FOURNET, à Lyon, dès 1858, s'occuper du travail des eaux souterraines et des cavernes. Ce sont surtout les ingénieurs de l'État — ceux du corps des Ponts et Chaussées, comme ceux du corps des Mines, — appelés par leurs fonctions à manier l'élément liquide, qui apportent de précieuses contributions à cette branche de la Science. BELGRAND, dans sa monographie justement célèbre de *la Seine* (1873), dégage l'influence qu'exerce sur le régime des sources et des cours d'eau la répartition, en profondeur et en surface, des terrains perméables et des terrains imperméables; en même temps DELESSE, dans sa belle *Carte hydrologique du département de Seine-et-Marne*, applique des méthodes quantitatives précises à la figuration de l'allure des nappes aquifères. Quinze ans plus tard, dans son ouvrage sur *les Eaux souterraines à l'époque actuelle*, DAUBRÉE groupe en un imposant faisceau toutes les connaissances acquises jusqu'alors (1887). Puis, en 1899, l'un de ses successeurs à l'Institut et à l'École des Mines, L. DE LAUNAY, expose à son tour les résultats obtenus quant à l'origine et aux relations géologiques des *Eaux thermo-minérales*. Peu de temps auparavant, un spéléologue plein de zèle, E.-A. MARTEL, avait doté la littérature spéciale d'un livre important sur les cavernes (1894);

tandis qu'un de ses collaborateurs, E. Fournier, lui-même géologue de métier, étudiait avec persévérance les sources et les nappes si complexes du *Jura Franc-Comtois* (1902).

3° *Glaciers*. — Bien que les montagnes françaises renferment quelques-uns des plus grands et des plus célèbres glaciers de l'Europe — la « Mer de Glace » de Chamonix nous appartient depuis 1860 —, l'étude des phénomènes variés dont ils sont le siège n'a pas provoqué, en France, des travaux aussi importants qu'en Suisse ou en Angleterre, par exemple. L'œuvre la plus notoire qui ait paru avant 1870, dans ce domaine, les *Matériaux pour l'étude des glaciers*, du naturaliste alsacien Dollfus-Ausset (13 vol.), est plus remarquable, en effet, par son étendue que par son originalité. Dans les dernières années du XIXe siècle, le créateur de l'Observatoire du Mont-Blanc, J. Vallot, donne une impulsion nouvelle à ces recherches en procédant à des expériences périodiques et à des mesures précises (1893-1900) ; tandis que, dans les Alpes Dauphinoises, W. Kilian et G. Flusin étudient le problème des variations des glaciers et l'enneigement des cimes (1900).

A partir de 1901, un géographe, familiarisé de longue date avec tout ce qui touche aux contrées boréales, Ch. Rabot, entreprend la publication d'une *Revue de Glaciologie*, rédigée en s'inspirant du meilleur esprit critique, mais qui, malheureusement, jusqu'à nouvel ordre, s'arrête en 1907. Enfin, en 1909, un organisme officiel, le Service des grandes Forces Hydrauliques, qui dépend du Ministère de l'Agriculture, entreprend l'étude systématique des glaciers français : trois volumes, consacrés au massif des Grandes-Rousses, à la Savoie et aux Pyrénées, et accompagnés de cartes à grande échelle, ainsi que de superbes photographies, représentent les premiers résultats de cet effort.

Si, dans cette enquête sur les glaciers actuels, une part considérable est fournie par les géographes, les ingénieurs, les physiciens, c'est bien aux géologues seuls que sont dues les recherches relatives à ce qu'on pourrait appeler les glaciers *fossiles*, c'est-à-dire aux courants de glace qui, à une époque

bien antérieure à toute histoire écrite, comblaient les principales vallées de nos grands massifs montagneux, en s'étalant parfois jusque dans les plaines. Suivant les traces des savants suisses qui furent, dans ce domaine, les vrais initiateurs, un géologue alsacien, Ed. COLLOMB, figurait pour la première fois, en 1847, l'extension des glaciers quaternaires dans les Vosges; vingt ans plus tard, le même naturaliste, associé à Ch. MARTINS, donnait une monographie du plus vaste des anciens glaciers des Pyrénées françaises, celui d'Argelès (1867). Quant à la partie moyenne du bassin du Rhône, où le phénomène « erratique » atteint son maximum d'ampleur, deux savants lyonnais, A. FALSAN et E. CHANTRE, se sont chargés d'en entreprendre, de ce point de vue, la monographie, et leur œuvre demeure classique (1875-1880).

En avant de ces glaciers disparus, les cours d'eau reprenaient les matériaux accumulés dans les moraines, et les entraînaient vers l'aval sous la forme de graviers, étagés en terrasses; ces dépôts fluvio-glaciaires, très importants pour la chronologie de notre espèce, ont été étudiés, au pied des Pyrénées (plateau de Lannemezan), par M. BOULE, en 1895, et au pied des Alpes (Bas-Dauphiné), par W. KILIAN et M. GIGNOUX, en 1911.

4° *Sédiments*. — Dans le domaine de la Lithologie des terrains sédimentaires, plusieurs savants français ont joué le rôle d'initiateurs. C'est d'abord Delesse qui, non content de rassembler un grand nombre d'analyses minéralogiques ou chimiques de sédiments actuels, entreprit de figurer la distribution de leurs types principaux sur des cartes des mers qui baignent la France, l'Europe et l'Amérique du Nord (1871). J. THOULET, perfectionnant les méthodes, reprit ensuite ce travail sur une échelle moins réduite : on lui doit un précieux *Atlas lithologique des côtes de France* (1900-1902). Ses élèves SUDRY et CHEVALLIER, poussant de plus en plus loin la précision et le détail, ont, à leur tour, décrit les fonds voisins de nos côtes méditerranéennes (1910, 1914). Enfin, pour achever l'étude des dépôts des mers actuelles, un naturaliste, le prof. JOUBIN, faisait paraître en

1912, sous les auspices du Prince DE MONACO, sa grande *Carte des bancs et récifs de coraux*, qui sera le point de départ obligé de toutes les recherches futures.

Nos connaissances sur les sédiments qui se sont accumulés dans les mers anciennes doivent, de même, des progrès décisifs à un géologue français, L. CAYEUX, qui leur a appliqué, dans une série de mémoires remarquables, les méthodes rigoureuses de la Minéralogie micrographique et de la Microchimie (1897). Il a, en outre, déduit de ses recherches des applications économiques inattendues, en les étendant à l'origine des minerais de fer qui font la richesse de nos régions industrielles de l'Ouest et du Nord-Est (1909).

Quant aux combustibles fossiles, dont le mode de formation a donné lieu, comme on sait, aux interprétations les plus contradictoires : croissance des végétaux sur place ou transport torrentiel, leur origine a été discutée simultanément (1887), avec une extrême rigueur, de ces deux points de vue opposés, dans les bassins houillers du Centre de la France, par H. FAYOL à Commentry et par C. GRAND'EURY à Saint-Étienne.

B. DYNAMIQUE INTERNE.

1° *Volcans.* — Les contributions que les géologues français ont apporté à l'étude des phénomènes volcaniques, durant les deux premiers tiers du XIXe siècle, ne présentent pas, à beaucoup près, pour l'histoire de la Science, le même intérêt que les travaux dus à leurs prédécesseurs immédiats. Et la part qui, à cette époque, revient aux observateurs étrangers : Allemands, Anglais, Américains, Italiens, dont plus d'un, d'ailleurs, s'est exprimé dans notre langue, est aussi, nous devons en convenir, autrement brillante et substantielle.

La cause de cette pénurie doit être cherchée dans l'influence trop exclusive qu'exerçait le plus illustre de ces vulcanologistes, Léopold de Buch, et dans le zèle de ses disciples. En effet, la doctrine des *cratères de soulèvement*, formulée vers 1820 par le savant prussien, jouissait alors d'un tel prestige auprès des meilleurs esprits que DUFRÉ-

NOY et ÉLIE DE BEAUMONT, en 1835, la célébraient comme « celle de toutes les théories géologiques qui offre le plus complètement le caractère d'évidence et de rigueur qu'on désirerait trouver dans toutes les parties d'une science basée avant tout sur l'application des lois générales de la physique ». Les deux ingénieurs français consacrèrent un incontestable talent à défendre cette trop fameuse hypothèse, dans une série de mémoires sur *les groupes du Cantal et du Mont-Dore* (1835 et 1836), sur *la structure et l'origine du Mont Etna* (1838) et sur *les terrains volcaniques des environs de Naples* (1838), dont la partie purement descriptive est, d'ailleurs, magistrale. Cependant, un naturaliste plein d'ardeur et d'originalité, Constant PRÉVOST, qui avait été reconnaître, en 1831, l'île Julia, sortie des flots de la Méditerranée entre la Sicile et l'Afrique, après avoir visité, au retour de sa mission, les grands volcans d'Italie, contestait la justesse des conclusions émises à leur sujet par de Buch et ses émules; pour lui, tous les cratères résultaient du simple entassement, sur place, des laves et des projections, sans qu'il y ait eu le moindre concours d'une poussée verticale.

Pendant des années, la controverse fit rage; mais, en fin de compte, il fallut bien se rendre à l'évidence : l'argument principal invoqué en faveur de la nécessité d'un soulèvement, la forte inclinaison des coulées anciennes, tombait devant le spectacle même des éruptions, et Constant Prévost, comme P. Scrope, Dana, Lyell, Hartung, avait raison. C'est ce qu'acheva de démontrer, en 1879, F. FOUQUÉ, dans son grand ouvrage sur *Santorin et ses éruptions*, où il mettait d'ailleurs à profit toutes les ressources fournies à l'examen des roches ignées par les nouvelles méthodes micrographiques, dont il fut, en France, avec son ami Aug. MICHEL-LÉVY, le plus actif propagateur.

Nous retrouvons le nom d'Élie de Beaumont, en 1847, avec une *Note sur les émanations volcaniques et métallifères* qui constitue, cette fois, un des plus beaux titres de gloire du grand géologue. Ses traces étaient suivies, dix ans après, dans ce mystérieux domaine, par Ch. SAINTE-CLAIRE DE-

VILLE, dont le mémoire sur le même sujet est justement considéré comme classique, puis, en 1866, par Fouqué, consacrant sa thèse de doctorat à des *Recherches sur les phénomènes chimiques qui se produisent dans les volcans*; tous ces travaux mettaient en pleine lumière l'ordre constant qui, pour un même appareil éruptif, se manifeste dans la succession des phénomènes observés.

Entre temps, nos voyageurs, dépassant le cadre étroit de la région méditerranéenne, exploraient un certain nombre de contrées volcaniques lointaines : dans l'Amérique Centrale, A. DOLLFUS et E. DE MONT-SERRAT décrivaient les grands volcans du Guatemala et du Salvador (1868); dans l'océan Indien, Ch. VELAIN, reprenant l'œuvre ébauchée à la fin du XVIIIe siècle par BORY DE SAINT-VINCENT, faisait connaître ceux de la Réunion et des îles Saint-Paul et Amsterdam (1878). Enfin, la catastrophe de la Martinique, survenue en 1902, fournissait à A. LACROIX l'occasion d'entreprendre une monographie comme on n'en avait encore jamais consacré de semblable à l'histoire d'une éruption. Son magnifique volume sur *la Montagne Pelée et ses éruptions* (1904), publié sous les auspices de l'Académie des Sciences, faisait connaître toutes les circonstances de la destruction de Saint-Pierre, en révélant le mécanisme de ces « nuées ardentes » qui furent la cause principale du désastre.

Dans ces dernières années, l'éminent pétrographe du Muséum, qui a toujours mené de front les études de laboratoire et l'observation des faits naturels sur le terrain dans les régions les plus variées (Madagascar, Réunion, etc.), a enrichi l'histoire des phénomènes volcaniques d'un très grand nombre de publications importantes. Signalons au moins son mémoire sur *l'Éruption du Vésuve en avril 1906* et son travail intitulé : *Contribution à l'étude des brèches et des conglomérats volcaniques*, qui date de la même année.

Terminons ce chapitre en mentionnant l'œuvre commencée à Bruxelles, en 1906, par Élisée RECLUS, et d'ailleurs inachevée; encore que trop souvent dénué de critique, ce répertoire, par l'abondance des renseignements qu'il renferme, constitue un instrument de travail précieux.

2° *Conditions de gisement des roches éruptives anciennes; métamorphisme.* — Sans remonter jusqu'aux premiers travaux de pétrographes tels que J. DE CHARPENTIER, DUROCHER, FOURNET, l'étude du mode de gisement des roches éruptives anciennes, et en particulier des roches cristallines, a souvent occupé, depuis trente ans, nos meilleurs géologues; BARROIS, Michel-Lévy, LACROIX, notamment, se sont attachés à faire connaître les granites de la Bretagne (1884), du Cotentin (1893) et des Pyrénées (1898-1900), en démontrant que leur mise en place, bien loin de résulter du remplissage de vides préexistants, comme le voulaient certains auteurs étrangers, provenait de l'assimilation ou, si l'on veut, de la *digestion* des roches encaissantes.

D'autre part, la structure intrusive désignée par les savants américains sous le nom de *laccolithe* a été retrouvée dans les massifs de porphyre bleu de l'Estérel par Aug. Michel-Lévy (1897), dont le fils, Albert MICHEL-LÉVY, a précisé les résultats dans un mémoire plus récent (1912).

Quant aux pitons de roches pâteuses, dont le Puy de Dôme fournit un type bien connu, A. Lacroix en a définitivement élucidé la genèse, à la suite de ses précieuses observations sur le volcan de la Martinique (1908).

Antérieurement à tous ces travaux, les phénomènes physiques et chimiques très complexes que l'on réunit, depuis Lyell, sous le nom de *métamorphisme* avaient fait la matière de deux mémoires importants, dus à DELESSE et à DAUBRÉE et publiés l'un et l'autre par l'Institut, en 1862. Plus tard, en 1879, Daubrée reprenait la discussion de ses observations et de ses expériences sur ce sujet dans ses belles *Études synthétiques de Géologie expérimentale.*

3° *Sismologie.* — Fort heureusement pour ses habitants, la France n'est pas, comme l'Italie ou le Japon, le pays des tremblements de terre historiques; en effet, les secousses se montrent, dans la plus grande partie du territoire, sinon rares, du moins légères. Cette circonstance n'a pas empêché, d'ailleurs, les savants français d'apporter leur contribution aux progrès de la Sismologie, et deux d'entre eux ont même joué dans ce développement un rôle capital : le pre-

mier, Alexis PERREY, s'est surtout donné pour tâche de rassembler des matériaux et d'établir des statistiques ; son œuvre écrite, très dispersée, est immense; mais sa riche *Bibliographie séismique*, tout au moins, qui énumère plus de 4 000 articles (1855-1865), est certaine d'échapper à l'oubli. Le second, le comte DE MONTESSUS DE BALLORE, suivant les traces de quelques auteurs étrangers et mettant à profit les résultats d'un demi-siècle d'investigations, poursuivies sur tous les points du monde, s'est inspiré d'une méthode plus rationnelle, en rattachant, chaque fois, le présent au passé, les séismes ressentis dans une région à son histoire géologique. Cette doctrine, aussi judicieuse que féconde, inspire ses deux maîtres-livres : *la Géographie séismologique* (1906) et *la Science séismologique* (1907). Elle éclate également dans l'application qu'en a fait aux tremblements de terre du bassin de Paris, en 1911, le géologue P. LEMOINE. Enfin, il serait injuste d'oublier la mission organisée par l'Académie des Sciences, en 1885, sous la direction de F. Fouqué, pour aller étudier les effets du tremblement de terre destructeur de l'Andalousie; les résultats de cette enquête, publiés en 1889, intéressent surtout, il est vrai, la stratigraphie et la tectonique du Midi de l'Espagne.

C. STRATIGRAPHIE.

S'il est vrai, comme l'a écrit CONDILLAC, qu' « une science n'est qu'une langue bien faite », on peut dire, en toute justice, que la Stratigraphie est une discipline essentiellement française, car c'est Alcide D'ORBIGNY qui, vers le milieu du XIXe siècle, dans son *Cours élémentaire de Paléontologie et de Géologie stratigraphiques* (1849-1852), lui imposa la terminologie encore presque partout usitée ; deux professeurs éminents, MUNIER-CHALMAS et DE LAPPARENT, l'ont sans doute quelque peu rajeunie, en 1894, dans leur *Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires;* mais le principe même de la division de ces terrains en *étages*, et l'attribution à chacun de ceux-ci de dénominations à désinences homophones, empruntées soit à un nom de pays ou de lo-

calité, soit à un groupe de fossiles ou à une particularité digne de remarque, a servi de base, il n'est pas exagéré de le dire, à tout l'édifice de la Chronologie géologique. Les Congrès internationaux sont seulement intervenus, plus tard, pour fixer la valeur hiérarchique des termes répondant à des unités d'un ordre de grandeur plus élevé : groupes, systèmes, périodes, etc.

A qui voudrait suivre les progrès de la Stratigraphie française, qui a, longtemps, alimenté d'une façon à peu près exclusive la production littéraire de nos spécialistes, il faut recommander, pour la première moitié du XIXe siècle, l'érudite *Histoire des progrès de la Géologie* de D'ARCHIAC, déjà citée (1847-1860) ; pour la seconde moitié de ce siècle et pour les débuts du suivant, les deux *Traités de Géologie* de A. de Lapparent et de Ém. HAUG, où une part de plus en plus large est faite à la « Paléogéographie », c'est-à-dire à la reconstitution des états successifs dont les terrains de sédiment ne sont, en définitive, que l'expression matérialisée. Il ne saurait être question, dans les quelques pages qui vont suivre, de passer en revue les contributions les plus marquantes qui, dans ce vaste domaine, ont vu le jour en France depuis l'époque de d'Orbigny, même en nous bornant aux principales ; quelques noms et quelques dates suffiront pour marquer les étapes, sur une route d'ailleurs bien connue.

Dès 1847, Éd. DE VERNEUIL ouvrait la voie aux comparaisons à longue portée, dans une *Note* d'une haute signification, en dépit de son apparence modeste, *sur le parallélisme des roches paléozoïques de l'Amérique du Nord avec celles de l'Europe :* l'éminent voyageur y constatait, comme l'a écrit DAUBRÉE, « que, dans des contrées aussi distantes, les premières traces de la vie se manifestent par des formes à peu près semblables, et que les mêmes types se développent, successivement et parallèlement, à travers toute la succession des couches paléozoïques ». De Verneuil devait lui-même, quelques années plus tard, étendre ces mêmes conclusions à d'autres contrées et à d'autres terrains, après avoir parcouru la Russie et la Péninsule Ibérique.

Moins ambitieuses dans leur objet, mais non moins fécondes en résultats précis furent les deux premières thèses soutenues, en France, sur la Géologie des formations paléozoïques : celle de J. GOSSELET sur *les Terrains primaires de la Belgique, des environs d'Avesnes et du Boulonnais* (1860), reprise trente ans plus tard, sous une forme amplifiée, dans la grande monographie consacrée par ce savant à l'*Ardenne* (1888), et celle de P. DALIMIER, ayant pour titre : *Stratigraphie des terrains primaires dans la presqu'île du Cotentin* (1861). Plus près de nous, en 1889, c'est encore dans une thèse que J. BERGERON faisait connaître la série primaire très complète du *Massif ancien situé au Sud du Plateau Central* (Montagne Noire) ; et, l'année suivante, A. BIGOT étudiait, dans les mêmes conditions, *L'Archéen et le Cambrien dans le Nord du Massif Breton*, en cherchant à déterminer leurs équivalents exacts dans la série classique du Pays de Galles (1890). Peu de temps après, l'un des géologues français les plus versés dans la connaissance des fossiles paléozoïques, Ch. BARROIS, discutait les *Relations des mers dévoniennes de Bretagne avec celles des Ardennes* (1898) ; puis, un jeune géologue de Rennes, F. KERFORNE, dans une thèse soutenue devant l'Université de cette ville, s'occupait des couches siluriennes qui se présentent, en si beaux affleurements, à l'extrémité du Finistère, dans la *presqu'île de Crozon* (1901).

La géologie des bassins houillers a donné lieu, sans sortir de nos frontières, à une littérature extrêmement volumineuse, que justifie l'intérêt industriel du sujet, non moins que l'abondance exceptionnelle, dans ces formations, des restes de végétaux fossiles. Dans l'impossibilité d'énumérer toutes les descriptions qui les concernent — d'origine officielle, pour la plupart (*Études des gîtes minéraux de la France*, publiées par le Service des Topographies souterraines), il nous faut, du moins, mettre hors de pair trois ouvrages qui, dans les quarante dernières années, ont permis à la classification des assises carbonifères de réaliser des progrès décisifs, en partant de l'étude de la flore : d'abord, une thèse de l'abbé BOULAY sur *le Terrain houiller*

du Nord de la France et ses végétaux fossiles (1876); puis, et surtout, le mémoire célèbre de C. GRAND'EURY, intitulé : *Flore carbonifère du département de la Loire* (1877); enfin la *Description de la flore fossile du terrain houiller de Valenciennes* de R. ZEILLER (1886-1888). Dernièrement, et suivant l'exemple des géologues anglais et américains, Ch. Barrois a introduit un nouvel élément dans la question du raccordement des niveaux par l'*Étude des strates marines du terrain houiller du Nord* (1912).

Les formations de la fin de l'ère primaire (Permien) et du début de l'ère secondaire (Trias) ne présentent, sur le territoire français, rien de particulièrement original; c'est en Russie, en Allemagne ou dans les Alpes Orientales, nul ne l'ignore, que les stratigraphes ont dû aller chercher les types des terrains correspondants. Il n'en va plus de même pour les sédiments jurassiques, dont le nom a été emprunté par Alex. BRONGNIART, dès 1829, à la chaîne de montagnes qui sépare la France de la Suisse et dont les faciès si variés n'ont pas cessé, depuis près d'un siècle, d'exercer la sagacité d'un grand nombre de naturalistes. Un stratigraphe dont l'enseignement et les méthodes rigoureuses devaient laisser des traces profondes dans l'histoire de la Géologie française, Edm. HÉBERT, leur consacrait, en 1857, une thèse retentissante, sous ce titre : *Les mers anciennes et leurs rivages dans le bassin de Paris, ou classification des terrains par les oscillations du sol*. La même année, un géologue jurassien, que son éducation cosmopolite portait à voir les choses sous un angle très différent, Jules MARCOU, publiait ses *Lettres sur les roches du Jura et leur distribution géographique*, qui devaient, elles aussi, exercer une durable influence sur l'orientation des idées et des recherches. Parmi les monographies de détail, citons les thèses d'Eug. EUDES-DESLONGCHAMPS sur les *Étages jurassiques inférieurs de la Normandie* (1865), de A. RICHE sur le *Jurassique inférieur du Jura méridional* (1893), et de H. JOLY, sur le *Jurassique inférieur et moyen de la bordure Nord-Est du bassin de Paris* (1908); puis, en ce qui concerne la partie supérieure du même système, la thèse de Ch. CONTEJEAN

sur *l'étage Kimméridien* (1859) et celle de l'abbé E. BOURGEAT sur *les formations coralligènes du Jura méridional* (1887). Comme minutieuse précision, l'on ne saurait, assurément, dépasser le niveau qu'a atteint L.-A. GIRARDOT dans ses *Coupes des étages inférieurs du système jurassique dans les environs de Lons-le-Saunier* (1890-1896).

C'est surtout dans le bassin du Rhône : Dauphiné, Basses-Cévennes, Provence, que les formations jurassiques et crétacées se signalent par une grande richesse de faunes et par des successions de zones à peu près continues. Un élève d'Hébert, W. KILIAN, en a analysé la composition sur un point typique dans sa *Note sur les environs de Sisteron*, dont l'objet est précisé par ce sous-titre : *Contribution à la connaissance des terrains secondaires du Sud-Est de la France* (1895) ; ces fortes études locales, continuées au cours des années suivantes, lui ont permis d'amorcer, en 1907, dans un répertoire étranger bien connu des géologues, le *Lethaea geognostica*, la synthèse complète des notions acquises, dans le monde entier, sur la partie inférieure du terrain crétacé. A la même école se rattache la thèse de Ch. JACOB, soutenue en 1907, sur *la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes Françaises et les régions voisines ;* pour la première fois, peut-être, dans un travail de ce genre, on y voit la Stratigraphie et la Tectonique se prêter un mutuel appui, et l'étude des faciès venir y confirmer les déductions tirées, dans les Alpes Suisses, de l'examen des nappes de recouvrement.

Quant à la partie supérieure du terrain crétacé, auquel la craie du bassin de Paris a donné son nom, elle a fait l'objet, dans les Mémoires que publie le Service de la Carte géologique, d'un ouvrage de fonds, dû à A. DE GROSSOUVRE, et où, comme dans le travail de W. Kilian, ce terrain est étudié sous toutes les latitudes : les *Recherches sur la Craie supérieure, I. Stratigraphie générale* (1901).

Les géologues du Midi de la France ont établi depuis longtemps que, de la Garonne à la Méditerranée, il y avait, contrairement à ce que l'on observe dans le Nord, passage graduel et continu de la série crétacée à la série éocène ; il y

a là une Stratigraphie très spéciale, que Ph. Matheron, dans un mémoire déjà ancien, intitulé : *Recherches sur les dépôts fluvio-lacustres tertiaires des environs de Montpellier, de l'Aude et de la Provence* (1862), a été le premier à mettre en lumière.

Bien différentes étaient les conditions régnant au fond de la vaste mer qui occupait le futur emplacement des Pyrénées et des Alpes ; elles ont fourni, il y a peu de temps, à J. Boussac, l'occasion d'édifier un véritable monument, où la Stratigraphie des dépôts nummulitiques s'éclaire de toutes les lumières que sont susceptibles de lui fournir les progrès récents de la Tectonique. Les experts ont vu dans ce coup d'essai un coup de maître, et rarement les palmes du doctorat furent mieux méritées.

Entre Lyon et Marseille, nous retrouvons un modèle justement considéré comme classique dans les patientes *Études stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône*, par F. Fontannes, dont dix fascicules ont paru, tantôt à Paris, et tantôt à Lyon, de 1875 à 1892. D'un type analogue sont les *Recherches géologiques sur les terrains tertiaires de la France occidentale* (1881), thèse d'un maître stratigraphe, G. Vasseur, dont l'œuvre plus récente, poursuivie sans relâche, depuis vingt-cinq ans, dans le Bassin du Sud-Ouest, demeure encore, malheureusement, en grande partie inédite.

L'héritier scientifique de Fontannes à Lyon, Ch. Depéret, poursuivant les mêmes études et s'inspirant des mêmes méthodes, a donné, en 1893, un travail *Sur la classification et le parallélisme du système miocène* qui constitue une page importante de l'histoire de la Méditerranée. Cette histoire a été continuée pour la période suivante, la période pliocène, généralement continentale dans nos régions, par le même savant, en collaboration avec F. Delafond, dans un mémoire étendu sur *les Terrains tertiaires de la Bresse*, publié par le Ministère des Travaux publics en 1893.

Nous voici presque à la limite du domaine de la Géologie et au seuil de celui de l'Histoire humaine. Cette situation mixte se traduit dans le titre du bel ouvrage que

BELGRAND a publié en 1869 sur *la Seine. le Bassin parisien aux âges antéhistoriques*, et qui fait partie de l'*Histoire générale de Paris* : c'est une monographie très détaillée des graviers d'alluvion du fleuve, qui constitue en même temps le dernier effort, en Géologie, des partisans de l'hypothèse diluvianiste. Nous avons déjà passé en revue les principales recherches relatives à l'ancienne extension des glaciers quaternaires. Une autre branche très attachante de ces études concerne les cavernes et la Stratigraphie extrêmement minutieuse des matériaux qui les remplissent; M. BOULE, dans la magnifique publication du Prince DE MONACO sur *les Grottes de Grimaldi* (1906-1910), en a fourni un spécimen achevé. Enfin, un quatrième type serait représenté par les enquêtes relatives aux anciennes lignes de rivage marines, dont le grand mémoire du général DE LAMOTHE sur *le Sahel d'Alger* (1911) constitue le meilleur exemplaire qu'il soit possible de louer.

D. TECTONIQUE.

Un nom domine de haut toute l'Orogénie française au XIXe siècle, c'est celui d'Élie de Beaumont : ses *Recherches sur quelques-unes des Révolutions de la surface du globe*, publiées dans les *Annales des Sciences naturelles* en 1829-1830, et basées sur le principe des discordances, ont servi de point de départ à toutes les spéculations ultérieures sur l'âge relatif des chaînes de montagnes. Si l'on a pu reprocher à leur illustre auteur d'avoir un peu trop abandonné, plus tard, l'observation des faits naturels, en se laissant séduire par le décevant mirage du « Réseau pentagonal » (1852, 1869), il n'en demeure pas moins l'un des plus féconds initiateurs dans le domaine de la Géologie théorique; le rôle fondamental qu'il faisait jouer au refroidissement et à la contraction de l'intérieur du globe, dans le soulèvement des reliefs montagneux, a maintes fois, en France même, été méconnu; ce n'est que justice de lui rendre, ici, l'hommage auquel l'Histoire impartiale lui donne droit.

Après lui, plusieurs de ses élèves ou de ses successeurs

au corps des Mines se sont également attaqués à ce problème insoluble : existe-t-il une loi géométrique dans la répartition des accidents qui parsèment la surface de notre planète ? Aug. Michel-Lévy (1898) et M. Bertrand (1900), comme A. de Lapparent (1900), ont cru en trouver la clef dans l'application au globe terrestre de la symétrie tétraédrique, déjà invoquée à l'étranger par Lowthian Green. L'avenir, là comme partout, saura séparer le bon grain de l'ivraie ; mais, prématurées ou non, ces tentatives n'en auront pas moins été fort utiles, en stimulant l'effort d'une critique toujours en éveil.

C'est dans une voie beaucoup plus terre à terre, on doit le reconnaître, que les études tectoniques devaient peu à peu réaliser chez nous des progrès qui ont été en s'accélérant au delà de toute prévision. Dès 1832, un observateur doué d'un remarquable esprit d'analyse, J. Thurmann, dans son *Essai sur les soulèvemens jurassiques du Porrentruy*, faisait connaître les formes régulières, en voûtes et en cuvettes alternées, que les terrains secondaires présentent dans une petite partie, choisie comme type, de la chaîne du Jura ; ces formes, il les attribuait à des actions verticales, dirigées de bas en haut — la doctrine des *cratères de soulèvement* régnait alors dans la science — ; plus tard, quand il eut étendu ses investigations au Jura tout entier, Thurmann n'hésita pas à revenir sur cette première hypothèse, et à voir, dans les nombreux plis dont le faisceau, plus ou moins serré, constitue cette chaîne, le produit d'un refoulement latéral énergique, s'exerçant dans la direction du Nord-Ouest.

Tandis que, peu à peu, ces doctrines faisaient leur chemin, en Suisse, en Angleterre, et jusqu'en Amérique, la Géologie française était entraînée par d'autres préoccupations. Le réveil vint, cependant, sous l'influence de quelques géologues de province : Ébray pour le Morvan (1858), H. Magnan à Toulouse (1874), G. Bleicher en Alsace (1870) ; ces deux derniers, surtout, en même temps que Ch. Lory dans les Alpes (1860-1864), rénovaient l'interprétation des montagnes françaises jusqu'alors admise. Le sous-titre du mémoire posthume de Magnan : *Remarques sur la formation*

des montagnes pyrénéennes et corbiériennes, et notamment sur l'importance des failles et des érosions, constitue, à lui seul, tout un programme. De même pour le manifeste de Bleicher, qui, sous la formule heureuse d'*Essai de Géologie comparée*, groupait en une synthèse hardie les Pyrénées, le Plateau Central et les Vosges.

Et cependant, la solution entrevue par ces chercheurs était incomplète ; à peu près exacte pour les massifs anciens du Centre et du Nord-Est, elle cessait de l'être tout à fait pour nos grandes chaînes méridionales et leurs annexes, où la marche naturelle des observations allait dégager, de plus en plus clairement, le rôle prépondérant des mouvements horizontaux. La lumière devait venir, cette fois, d'une région inattendue, à en juger par l'absence totale de relief qui la caractérise actuellement : le bassin houiller du Nord. En comparant les registres des sondages et les données fournies par l'exploitation, J. GOSSELET était arrivé à conclure, en 1880, que ce bassin doit son allure spéciale à une formidable poussée, s'exerçant du Sud vers le Nord, et ayant eu pour effet de ramener, suivant une surface oblique, le terrain dévonien *par-dessus* les assises houillères plus récentes. Quatre ans plus tard, entre les mains de M. BERTRAND (1884), ce schéma, appliqué aux Alpes Suisses, devenait le thème de développements véritablement prophétiques, dont la portée, d'ailleurs, ne fut pas saisie tout de suite ; Bertrand, après avoir dressé la carte d'une partie du Jura (1882), abordait alors l'étude de la Provence ; il y trouvait bientôt, à la Sainte-Baume, la trace de renversements grandioses (1884), puis il démontrait que l'îlot fameux du Beausset, constitué par du Trias, repose en recouvrement sur le Crétacé supérieur, à plusieurs kilomètres de son lieu d'origine (1887). Abandonnant parfois l'observation directe pour propager, dans des conférences très appréciées, les vues nouvelles sur la structure des Alpes ou sur la distribution des roches éruptives en Europe (1887), Bertrand revenait toujours avec une nouvelle ardeur au levé de son terrain favori ; et, en 1890, il estimait que ses investigations étaient, d'ores et déjà, suffisamment avancées pour qu'il pût

répondre à une question mise au concours par l'Académie des Sciences. Le manuscrit qu'il avait rédigé obtint le prix, sur le rapport de Daubrée ; mais on ne devait le voir paraître que dix-huit ans plus tard, après la mort de l'auteur. Son titre, qui en définit très exactement l'objet : *Mémoire sur les refoulements qui ont plissé l'écorce terrestre et sur le rôle des déplacements horizontaux*, a cependant le défaut de ne faire aucune allusion à la contrée qui en a fourni le thème principal, et dont Bertrand s'est efforcé de construire une synthèse de plus en plus complète.

Il n'y a pas lieu de suivre plus avant l'œuvre tectonique de ce grand géologue, qui a trouvé, d'ailleurs, en la personne de P. Termier, un historien et un commentateur dignes de lui (1908). Mentionnons seulement, avant de le quitter, deux de ses derniers et plus importants mémoires, consacrés respectivement au *Bassin crétacé de Fuveau* (1898) et à *la Grande nappe de recouvrement de la Basse-Provence* (1899) ; enfin une note, publiée en collaboration avec E. Ritter, sur les plis couchés du mont Joly, dans la Haute-Savoie, au pied du massif du mont Blanc (1896).

Désormais, c'est sur la chaîne des Alpes que vont se concentrer les recherches et les discussions des tectoniciens. Le pas décisif, que les premières ébauches de M. Bertrand pouvaient faire prévoir, fut franchi en 1896, quand un jeune géologue de Lausanne, d'ailleurs français par sa mère, M. Lugeon, donna au Bulletin de notre Service géologique sa thèse mémorable sur *la Région de la Brèche du Chablais* : l'hypothèse des charriages lointains, proposée non sans une certaine hésitation, triomphait définitivement en 1902, avec un second mémoire, dont le champ était beaucoup plus vaste, sur *les Grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse*. Vers le même temps, en Dauphiné, P. Termier analysait *les Nappes de recouvrement du Briançonnais* (1899), tandis qu'Ém. Haug faisait connaître *les Grands charriages de l'Embrunais et de l'Ubaye* (1903). Bientôt après, un nouveau succès était réservé à P. Termier, qui, non content d'élucider et de figurer, à deux reprises différentes, la structure d'ensemble des Alpes

Franco-Italiennes (1902, 1907), abordait résolument, en Autriche, l'étude de la moitié orientale de la chaîne (1903-1905), où il constatait, dans la zone cristalline axiale, des empilements de nappes d'une amplitude prodigieuse, atteignant au moins 100 kilomètres; et ce n'était pas un mince résultat, pour l'École Française, que d'obtenir par là, sur son propre terrain, l'assentiment d'un maître de la valeur d'Ed. SUESS. L'exemple du professeur de l'École des Mines était suivi, en Bavière et dans le Nord du Tyrol, par Ém. Haug, devenu lui-même professeur à la Sorbonne, et qui appliquait au raccordement des terrains, de faciès si variés, caractérisant la zone calcaire, la notion des nappes de charriage (1906, 1912).

Ce flot d'idées hardies, ainsi versées dans la circulation, ne devait pas tarder à transformer les vues qui avaient eu cours, jusqu'alors, sur la structure et l'origine de bien d'autres chaînes de montagnes; la Géologie des Pyrénées, en particulier, lui doit une rénovation complète, très apparente dans les travaux de A. BRESSON (1903), L. BERTRAND (1907, 1911), M. DALLONI (1910), pour n'en citer que les ouvriers principaux. Et le même progrès s'est affirmé au loin, jusqu'en Indochine (LANTENOIS, DEPRAT) et jusqu'au milieu de l'Océan Pacifique, en Nouvelle-Calédonie. Sans relâche, P. Termier a lui-même continué à porter la lumière sur les régions les plus diverses et les accidents de l'âge le plus varié : en 1907, en compagnie de G. FRIEDEL, il découvre, dans le bassin de la Loire, des granites écrasés, attestant la production, dans le Centre de la France, dès l'époque stéphanienne, de nappes entièrement comparables à celles des chaînes tertiaires; l'année suivante, avec J. Deprat et E. MAURY, il montre que la Corse, prolongement dévié des Alpes, est aussi un pays de nappes, où il retrouve ce même broyage en grand des roches cristallines; en 1910, c'est l'île d'Elbe et ses *mylonites* qui font l'objet de ses recherches; enfin, en 1912, il explore, avec J. BOUSSAC, *le Massif cristallin ligure*, qui apparaît aux deux géologues comme un corps étranger, ayant, dès l'époque oligocène, glissé *sous* l'Apennin et chevauché *sur* les Alpes Maritimes.

Entre des mains aussi habiles, chaque jour apporte sa contribution nouvelle : la Nature est assez riche pour que nous n'ayons rien à craindre, quant aux progrès futurs des découvertes.

II. — GÉOLOGIE RÉGIONALE

TRAVAUX DESCRIPTIFS ET CARTES GÉOLOGIQUES

1° FRANCE.

Le relevé, sur le terrain, des affleurements des masses minérales constitue, en Géologie, le point de départ obligé de toute recherche spéculative. Aussi, depuis 1830 environ, dans notre pays comme dans le reste de l'Europe occidentale et centrale, les efforts, tant des particuliers que des Services publics, ont-ils tendu vers l'établissement de cartes géologiques précises.

C'est à deux ingénieurs des mines, DUFRÉNOY et ÉLIE DE BEAUMONT, que l'on doit, pour la France, la première carte de ce genre dressée suivant des principes vraiment scientifiques et représentant le territoire français dans son entier (1840). L'ouvrage, malheureusement inachevé, qui lui sert de commentaire, l'*Explication de la Carte géologique de la France* (1841-1873), demeure fondamental; à l'exception des parties concernant les grandes chaînes du Sud et du Sud-Est, dont la complexité de structure était alors insoupçonnée, le tableau tracé par ces deux maîtres est resté, après 75 ans, d'une surprenante exactitude. C'est ce que permet de constater une simple comparaison avec la *Carte géologique de la France*, publiée un demi-siècle plus tard, à la même échelle de 1 : 500 000e, par G. VASSEUR et L. CAREZ (1885-1889), carte qui, malheureusement, n'est pas accompagnée d'un texte.

Des progrès décisifs, dans les régions les plus difficiles, comme certaines zones des Alpes ou des Pyrénées, sont enregistrés, entre 1889 et 1905, sur une nouvelle carte géologique d'ensemble, d'origine officielle, comme la première de toutes, mais de dimensions plus réduites, la *Carte géolo-*

gique de la France à l'échelle du millionième. La cause en est aux progrès incessants, méthodiques, que réalise le levé de la *Carte géologique détaillée*, à l'échelle de 1 : 80 000e, dont les 267 feuilles, établies sur les planches correspondantes de la Carte topographique du Dépôt de la Guerre, ont vu le jour, pour la plupart, entre 1874 et 1912. Un Congrès international, réuni à Paris, en 1900, lors de l'Exposition Universelle, a fourni aux géologues français, dont un grand nombre ont collaboré à cette œuvre grandiose, l'occasion de faire à leurs collègues étrangers les honneurs de leurs principales découvertes; le *Livret-guide*, préparé à propos de ces assises scientifiques, en fournit un commode inventaire.

Si l'on désire un exposé d'ensemble de ces résultats, on le trouvera, formulé en termes particulièrement heureux, dans l'*Architecture du sol de la France*, du commandant O. BARRÉ (1903); encore cette large esquisse n'est-elle plus tout à fait au point, après douze années de recherches complémentaires.

Bassin de Paris. — L'ouvrage d'A. DE LAPPARENT : *la Géologie en chemin de fer. Description géologique du Bassin parisien et des régions adjacentes* (1888), d'ailleurs plus spécialement consacré aux caractères extérieurs du terrain, est limité à la moitié septentrionale de la France. Plus restreint encore, quant au champ que l'auteur se proposait de décrire, mais beaucoup plus technique dans son but, et bénéficiant, en outre, d'une avance de près d'un quart de siècle, est la *Géologie du Bassin de Paris* de P. LEMOINE (1911) : c'est un indispensable instrument de travail. A la limite actuellement atteinte, comme degré de détail, se place la belle *Carte géologique des environs de Paris*, à 1 : 40 000e, de G. F. DOLLFUS (1889), et la notice, surtout stratigraphique, qui l'accompagne (1888); cette double publication a été complétée, au point de vue tectonique, par un important mémoire sur les *ondulations des couches tertiaires dans le Bassin de Paris* (1890), dont P. Lemoine a rectifié les conclusions, vingt ans plus tard, en discutant les *Résultats géologiques des sondages profonds* exécutés dans la même région (1910).

Nord de la France. — Le massif primaire de l'Ardenne, qui

sépare la Belgique de la France, constitue comme l'ossature de la région du Nord. Aussi est-ce à cette ancienne chaîne carbonifère, décapée jusqu'à ses racines, qu'est dévolue la part principale dans les publications des géologues de Lille et en particulier de leur doyen, J. Gosselet : son *Esquisse géologique du Nord de la France* (1880–1903), puis sa grande monographie de l'*Ardenne* (1888), publiée par le Service de la Carte géologique, enfin, son étude si précise, encore inachevée, sur *les Assises crétaciques et tertiaires dans les fosses et les sondages du Nord de la France* (1904-1913). A l'autre extrémité, le long du Pas de Calais, il faut signaler les explorations mémorables entreprises, il y a quarante ans, par les ingénieurs Potier et de Lapparent, en vue d'un projet grandiose que l'avenir réalisera certainement : la percée d'un tunnel sous-marin entre la France et l'Angleterre (1875).

Ouest de la France. — Comme la région du Nord, mais d'une façon qui est restée plus sensible dans la configuration extérieure du sol, l'Ouest de la France appartient à une grande chaîne paléozoïque arasée, dont la structure zonaire, ainsi que le reconnaissait, dès 1827, Le Puillon de Boblaye, est nettement caractérisée. Elle répond à la Presqu'île Armoricaine, qui en épouse la direction, et ses glacis, où les terrains anciens s'enfoncent en profondeur sous les terrains secondaires, regardent vers la Manche, le Bassin de Paris, l'Aquitaine. Ces marges jurassiques et crétacées, où les coupes se montrent d'une extrême variété, ont été étudiées de bonne heure en Normandie par A. de Caumont (1825), puis dans le Poitou, par Le Touzé de Longuemar (1872) et J. Welsch (1903), et enfin dans le Maine : la Sarthe, l'une des divisions administratives du territoire français où l'échelle des terrains présente le moins de lacunes, jouit même du privilège de posséder, grâce aux efforts de J. Triger et A. Guillier (1875–1886), la carte géologique départementale la plus minutieusement détaillée qui ait encore vu le jour.

L'analyse des rapports réciproques des formations primaires et granitiques régnant à l'intérieur de la péninsule représentait une tâche autrement ardue, qui n'a pu être

abordée qu'assez tard : les falaises de la rade de Brest en ont donné la clef à Ch. BARROIS, en 1886, et le savant géologue de Lille a ensuite étendu à toute la Bretagne, en passant par *le Bassin du Ménez-Bélair* (1894), les résultats de cette étude. A Caen, A. BIGOT a complété cette enquête en décrivant, pour la Société Géologique, *le Massif ancien de la Basse-Normandie et sa bordure* (1904), tandis que, dans la Mayenne, D. P. OEHLERT faisait connaître le bassin de Laval (1909).

Massif Central. — Le « Plateau » Central de la France, qui a longtemps passé pour la cellule primitive, en quelque sorte, de notre sol, mais dont les recherches récentes ont fait ressortir de plus en plus le caractère hétérogène, offre aux géologues trois groupes de problèmes principaux : d'abord, la structure des terrains anciens — schistes cristallins, granites, roches métamorphiques, — qui en constituent le tréfonds et la masse presque entière; puis l'allure des terrains secondaires, s'abaissant par failles successives, à la périphérie du massif, vers le Rhône, la Loire ou la Garonne; enfin les épanchements volcaniques tertiaires et quaternaires, surajoutés, en Auvergne, dans le Velay, et ailleurs, à la plate-forme schisteuse ou granitique.

Au premier groupe se rattachent, parmi beaucoup d'autres, les noms de GRUNER (Loire, 1857), de MALLARD (Haute-Vienne, 1869), d'Aug. MICHEL-LÉVY (Morvan, 1898), de P. TERMIER (Mont-Pilat, 1889), de J. BERGERON (Montagne Noire, 1899), de G. MOURET (Bas-Limousin, 1899), d'Alb. MICHEL-LÉVY (1908); au deuxième, ceux d'ÉBRAY (Nièvre, 1858), de BOISSE (Aveyron, 1870), de G. FABRE (Lozère, 1873), de Ch. VELAIN (Morvan, 1877), et de A. THÉVENIN (1903). Les volcans parasites, enfin, ont provoqué l'éclosion d'innombrables ouvrages ou mémoires, parmi lesquels il y a lieu de citer : la *Carte géologique du département du Puy-de-Dôme*, à 1 : 40 000e, par H. LECOQ (1861); les *Époques géologiques de l'Auvergne*, du même naturaliste (1867); la *Géogénie du Cantal*, de J.-B. RAMES (1873); la thèse de M. BOULE : *Description géologique du Velay* (1892); plusieurs publications d'Aug. Michel-Lévy (1890) et de Ph. GLANGEAUD (1909-1913) sur le Puy de Dôme; enfin,

une remarquable mise au point sur *l'Age des derniers volcans de la France*, par M. BOULE (1906).

Est de la France. — Le noyau cristallin des hautes Vosges, avec son enveloppe de grès triasiques, les plates-formes jurassiques de la Lorraine et l'effondrement tertiaire de l'Alsace — tels sont les principaux éléments que les géologues, à la suite d'Élie de Beaumont, ont eu à décrire dans l'Est de la France. Le cadre en avait été, d'ailleurs, si solidement fixé, que ces recherches n'ont eu à porter, pour la majeure partie, que sur des points de détail ; aussi n'y a-t-il pas lieu de nous y arrêter longtemps. Citons seulement, pour mémoire, la *Description géologique et minéralogique du département du Bas-Rhin*, de A. DAUBRÉE (1852), la *Carte géologique du département de la Haute-Marne*, de E. ROYER et J. BAROTTE (1859-1865) — l'une des plus soignées de toutes nos cartes départementales, — enfin l'ouvrage de H. JOLY, intitulé : *Géographie physique de la Lorraine et de ses enveloppes* (1912), qui résume tous les travaux récents sur cette province.

Jura. — Le versant français du Jura a, de bonne heure, inspiré aux géologues comtois des découvertes notables. Dès 1833, un ingénieur des mines, en résidence à Vesoul, THIRRIA, faisait paraître une *Statistique minéralogique et géologique de la Haute-Saône*, dans laquelle il déterminait avec rigueur l'ordre de superposition de la plupart des terrains qui entrent dans la constitution de la chaîne voisine. Quinze ans plus tard, Jules MARCOU précisait quelques-uns des détails de cette échelle dans ses *Recherches géologiques sur le Jura Salinois* (1848). Longtemps négligé par le Service officiel et devenu en quelque sorte la propriété des géologues suisses, le Jura franc-comtois n'a pas cessé, toutefois, de fournir matière aux observations d'un grand nombre d'amateurs locaux ; citons, de cette période, la mémorable note d'E. JOURDY, intitulée : *Orographie du Jura Dôlois* (1872). Puis sont venus les opérateurs de la *Carte géologique détaillée*, avec M. BERTRAND à leur tête. Alors, seulement, ont pu paraître le bel *Atlas oro-géologique du département du Doubs*, de G. BOYER (1888) et le mémoire de W. KILIAN

sur *les Collines pré-jurassiennes et le Jura du Doubs* (1894). C'est encore en Suisse, bien que dû, cette fois, à un géologue de nationalité française, qu'a paru le dernier exposé synthétique sur *la Structure du Jura* (1909).

Alpes Françaises. — Charles LORY sera toujours considéré, à bon droit, comme le père de la Géologie des Alpes Françaises : sa *Description géologique du Dauphiné* (1860-1864) orientait, en effet, la Stratigraphie des montagnes de l'Isère, de la Savoie et des Hautes-Alpes dans une direction définitive, que les études subséquentes n'ont que fort peu modifiée. La notion des zones parallèles et successives, à laquelle Lory attachait une grande importance, a survécu aux hypothèses orogéniques inexactes qu'il avait cru pouvoir lui associer.

C'est au successeur de Lory à l'Université de Grenoble, l'Alsacien W. Kilian, qu'est due la première tentative faite pour continuer et perfectionner, vingt-cinq ou trente ans plus tard, l'œuvre de ce maître : sa *Description géologique de la Montagne de Lure* (1888) inaugure une phase nouvelle dans l'analyse stratigraphique et tectonique de nos Alpes ; à cette thèse de doctorat succède, bientôt après (1911), une note substantielle *sur la structure et l'histoire des chaînes alpines de la Maurienne, du Briançonnais et des régions voisines.* En même temps, un autre géologue d'origine alsacienne, Ém. HAUG, décrit, dans un mémoire qui lui sert également de thèse de doctorat, *les Chaînes subalpines entre Gap et Digne* (1891). Puis, P. Termier entre dans la lice avec ses belles monographies des massifs de *la Vanoise* (1892) et des *Grandes-Rousses* (1894), suivies, dix ans après, par son grand travail sur *les Écailles briançonnaises, les Montagnes entre Briançon et Vallouise* (1903). Entre temps, PH. ZÜRCHER débrouillait la structure si compliquée des Basses-Alpes (1895) et L. Bertrand s'attaquait au *Nord des Alpes Maritimes* (1896), puis à la partie de ce département située à l'Est du Var (1902), tandis que V. PAQUIER procédait à l'exploration des plis réguliers et des cuvettes qui constituent, dans la Drôme, *le Diois et les Baronnies orientales* (1900).

Le moment semblait venu pour une nouvelle synthèse : W. Kilian l'entreprend sous les auspices du Service de la Carte Géologique, avec la collaboration d'un géologue de Chambéry, J. Révil; deux volumes de cette œuvre considérable ont déjà vu le jour (1904-1908). Une contribution distincte de son associé clôt, provisoirement, la série : la *Géologie des chaînes jurassiennes et subalpines de la Savoie*, par J. Révil (1911-1913).

Provence et Languedoc. — Des Alpes aux Pyrénées s'étend une région mixte, en quelque sorte, s'appuyant au Nord-Ouest contre le Massif Central, et où la série des terrains secondaires participe dans une large mesure, de même que les accidents qui les affectent, aux caractères propres à ces deux chaînes de montagnes : c'est le Bas-Languedoc et la Provence. Montpellier en forme comme le centre universitaire. Dès 1853, P. G. de Rouville y présente, comme thèse de doctorat, une *Description géologique* des environs de cette ville. D'Archiac, en 1859, étudiant la partie de cette région qui ressort aux départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales, donne à la Société Géologique de France son mémoire sur *les Corbières*. De l'autre côté du Rhône, L. Collot aborde, vingt ans plus tard, l'analyse si délicate de la structure de la Basse-Provence, dans sa thèse : *Description géologique des environs d'Aix* (1880), modèle d'enquête objective et consciencieuse, tandis que F. Léenhardt décrit, au bord même des Alpes, la ride avancée du Ventoux (1883). Bientôt après commencent les explorations de M. Bertrand et de ses émules, si fécondes en découvertes inattendues : après chaque campagne, les conclusions de plus en plus hardies qui se dégagent de ces recherches font surgir autant de nouveaux problèmes. Ce maître génial de la Tectonique meurt avant d'asseoir définitivement ses convictions, mais non sans avoir enrichi la Géologie provençale d'une multitude de données inédites, dont ses successeurs n'ont pas encore épuisé l'application.

Pyrénées. — Les Pyrénées, où les études géologiques avaient pris de bonne heure un essor remarquable avec Palassou, Ramond, J. de Charpentier (1823), ne sont,

par contre, entrées qu'assez tard dans l'orbite soumise au contrôle des méthodes modernes : la *Description géologique et paléontologique des Pyrénées de la Haute-Garonne* due à LEYMERIE conserve encore, malgré sa date (1881), un cachet plutôt archaïque. Dix ans après, une tentative est faite pour introduire un peu d'ordre dans nos conceptions sur la structure de la chaîne; et, en 1903, vient la première analyse sérieuse du chaos des formations anciennes constituant les Hautes-Pyrénées, la thèse de A. BRESSON. La même année, commence de paraître le volumineux répertoire dans lequel L. Carez rassemble à peu près tous les faits de détail que les géologues précédents ont constatés dans les Pyrénées françaises (1903-1909); tandis qu'en 1907 son collègue L. Bertrand, reprenant ces observations d'un point de vue théorique et leur appliquant sans hésiter les méthodes mises à l'épreuve dans les Alpes, esquisse une synthèse de leur histoire, dont les travaux plus récents n'ont fait, sur la plupart des points, que confirmer l'exactitude (1911).

2° PAYS ÉTRANGERS.

L'activité des géologues français a trouvé, très souvent, à se déployer en dehors des frontières de leur pays, tantôt au cours de grandes missions officielles (Voyage de la *Recherche* dans les mers du Nord, Expédition DUMONT-D'URVILLE au Pôle Sud, Expédition de Morée), ou à l'occasion de travaux publics d'intérêt mondial (percement de l'isthme de Suez et de l'isthme de Panama), et tantôt, dans une sphère plus modeste, en vue de l'obtention des grades universitaires (thèses de doctorat), ou même par le simple désir, absolument désintéressé, de faire progresser la science (voyages d'Ami BOUÉ en Écosse, de VIQUESNEL en Turquie d'Europe, de COLLOMB et Éd. DE VERNEUIL en Espagne, d'Alcide D'ORBIGNY dans l'Amérique méridionale). Enfin, quelques-uns de nos compatriotes — comme A. PISSIS au Pérou et J. Marcou aux États-Unis — ont exercé un emploi, temporaire ou permanent, auprès de certains gouvernements étrangers; leur origine nous per-

met, toutefois, de les compter sans hésitation au rang des nôtres.

Il s'en faut, d'ailleurs, que ces manifestations *extra muros* se soient réparties également dans l'espace et dans le temps. Devenues, comme il est naturel, d'autant plus fréquentes que le réseau des moyens de transport se perfectionnait davantage, elles ont eu surtout pour théâtre, en dehors de l'Europe occidentale, les pays méditerranéens : l'Espagne, en particulier, dont deux géologues français ont publié, en deux éditions successives, la première carte géologique (1864, 1868), et où de nombreux aspirants au grade de docteur sont venus chercher des matériaux pour leurs soutenances, depuis Ch. Hermite (Baléares, 1879) et R. Nicklès (Alicante, 1891), jusqu'à M. Dalloni (Pyrénées de l'Aragon, 1910) et R. Douvillé (Andalousie, 1906); ce dernier, tombé tout récemment au champ d'honneur, avait en outre dressé le bilan de nos connaissances sur la structure de la Péninsule (1911).

Les incursions de nos géologues en Italie sont plus rares, sans doute parce que ce royaume possède lui-même des ingénieurs et des professeurs en plus grand nombre; mais ce n'est point qu'elles manquent d'éclat — témoins la thèse de Munier-Chalmas sur la Stratigraphie du Vicentin (1891), ou celle de M. Gignoux sur *les Formations pliocènes et quaternaires marines de l'Italie méridionale* (1913), dont la portée générale déborde largement son cadre géographique.

En Grèce et dans le Levant, nous suivons, depuis Navarin, une tradition qui ne s'est jamais démentie: après le rapport de Boblaye et Virlet (1833), dont les années n'ont pas diminué la valeur, sont venus la grande monographie de A. Gaudry sur l'*Attique* (1862-1867), et le mémoire du même naturaliste sur l'*Ile de Chypre* (1862), puis une thèse, l'*Étude géologique et pétrographique de l'Ile d'Eubée* par J. Deprat (1904), et la *Description physique de l'Ile de Délos* de L. Cayeux (1911), qui ne le cède en précision et en originalité à aucune publication du même genre.

En Asie, L. Lartet, l'un des compagnons du duc de Luynes, a fait connaître la Géologie des bords de la mer

Morte et du profond sillon qu'arrose le Jourdain (1869-1877), puis le chef de la Délégation scientifique française en Perse, l'ingénieur et archéologue J. DE MORGAN, a publié un volume d'études stratigraphiques (1905) où sont repérés avec soin les niveaux qui ont fourni les nombreux et magnifiques fossiles décrits par nos paléontologistes.

En Amérique, la publication de la partie géologique du voyage d'Alcide d'Orbigny (1842), a marqué une date vraiment importante, en fournissant un point d'appui solide à l'étude stratigraphique de tout le continent méridional. Aux États-Unis, Jules Marcou eut le mérite, dès 1854, de donner une carte qui indiquait, avec une remarquable justesse, les linéaments principaux de la Géologie du territoire de la grande République et du Canada; et, trente ans plus tard (1883), ce vétéran revenait encore à la charge avec une *Note*, accompagnée d'une carte, *sur la Géologie de la Californie*.

Dans la région des isthmes, A. Dollfus et E. DE MONTSERRAT, membres de la Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique centrale, ont laissé une œuvre de valeur avec leur *Voyage géologique dans les Républiques de Guatemala et de Salvador* (1868), qui fit connaître non seulement un chapelet de puissants volcans, mais encore la longue Cordillère, tracée en biais d'un océan à l'autre. Plus au Sud, en 1898, M. Bertrand et Ph. ZÜRCHER ont décrit les formations tertiaires marines que recoupe, désormais, le Canal de Panama.

Enfin, dans les régions polaires, où la France montre trop rarement son pavillon, il y a lieu de mentionner la thèse récente d'un des collaborateurs de J. CHARCOT, E. GOURDON, consacrée aux roches éruptives et aux glaciers de l'Antarctide américaine (1908), exacte réplique des terrains et des phénomènes étudiés vingt ans plus tôt, par le Dr HYADES, en Patagonie (1887).

3° COLONIES ET RÉGIONS VOISINES.

L'Afrique du Nord, dès les premiers temps de la conquête, a fourni la matière d'observations précieuses; toute-

fois, il a fallu plus d'un demi-siècle avant qu'un travail de coordination sérieux pût être entrepris. Nous avons eu, d'abord, l'*Essai d'une Description géologique de l'Algérie* de A. PERON, en 1883, puis l'*Explication de la Carte géologique provisoire de l'Algérie* de A. POMEL, en 1890. En 1900, le Service officiel d'Alger pouvait faire paraître la 3e édition d'une carte géologique a 1 : 800 000e de notre belle colonie, et l'un de ses auteurs, E. FICHEUR, en présentait au Congrès Géologique assemblé à Paris un bref, mais substantiel commentaire. Les monographies régionales, qui, pour la plupart, représentent des thèses, sont devenues nombreuses, dans ces dernières années surtout ; on peut citer, à titre d'exemples : l'*Étude géologique du bassin de la Tafna* de L. GENTIL (1903), pour le nord de la province d'Oran — il s'agit, dans l'espèce, d'un district riche en produits volcaniques ; l'étude consacrée par E. Ritter (1902) au faisceau de plis du *Djebel Amour*, dans le sud de la province d'Alger (Atlas saharien) ; l'*Esquisse géologique du bassin de la Seybouse*, dans le centre de la province de Constantine, où la série crétacée est remarquablement complète, par J. BLAYAC (1912).

En Tunisie, une première carte générale, due à l'ingénieur des mines F. AUBERT, a paru en 1892. Dix ans plus tard, le regretté PERVINQUIÈRE publiait, comme thèse de doctorat, et sous le patronage du Gouvernement de la Régence, sa magistrale *Étude géologique de la Tunisie centrale* (1903), qui demeure l' « ouvrage à consulter » par excellence sur la Stratigraphie tunisienne. Enfin, à partir de 1907, le Comité de l'Exploration scientifique de la Tunisie a mis au jour trois volumes, portant le titre trop modeste d'*Essai d'une Description géologique de la Tunisie* rédigée par l' « inventeur » des phosphates tunisiens, le Dr Ph. THOMAS.

C'est plus récemment encore que nos compatriotes ont porté leurs efforts sur le Maroc. Parmi les savants français qui, à cet égard, se sont acquis des titres particuliers à la gratitude des géologues, la palme revient incontestablement à L. GENTIL : non content de parcourir en tous sens au péril de sa vie, les hautes chaînes de l'Atlas et les plateaux qui leur servent de bordure, cet explorateur a dressé,

en 1912, le bilan de nos connaissances sur la structure et l'histoire physique du Maghreb, en l'accompagnant d'une première carte géologique d'ensemble à 1 : 2 500 000ᵉ.

Longtemps, aux yeux des Européens, le Sahara fut enveloppé d'un impénétrable mystère. Le grand naturaliste algérien, POMEL, souleva l'un des premiers, dès 1872, les coins de ce voile épais. Vingt ans plus tard, l'ingénieur des mines G. ROLLAND, à la suite des missions organisées pour étudier le tracé d'un futur chemin de fer transsaharien, faisait connaître toute la partie du « Grand Désert » située au sud de l'Algérie, laquelle est caractérisée par la présence de vastes plateaux crétacés, et il traçait, d'une main sûre, une esquisse de la Géologie du Sahara tout entier, de l'océan Atlantique à la mer Rouge (1890). Après deux nouvelles décades sont venues les missions conduites, presque sans escorte, par E.-F. GAUTIER dans le *Sahara algérien* (1908), et par R. CHUDEAU dans le *Sahara soudanais* (1909) ; ces voyages d'étude ont considérablement accru nos connaissances positives sur la Géologie du Sahara central, les massifs de roches cristallines et les chaînes de montagnes d'âge paléozoïque dont on y observe les restes démantelés. Enfin, en 1911, le chef d'un Service spécial, dit des « Territoires du Sud », G.-B.-M. FLAMAND, a fait paraître le premier volume d'une œuvre considérable, intitulée : *Recherches géographiques et géologiques sur le Haut-Pays de l'Oranie et sur le Sahara*, et qui, comme ce titre l'indique, traite à la fois des rides intérieures de l'Atlas algérien et d'une grande partie du domaine désertique, dont l'auteur s'est efforcé d'interpréter la Stratigraphie, jusqu'alors assez confuse.

Sous l'Équateur, en territoire français, le vrai pionnier de la Géologie congolaise a été l'ingénieur des mines M. BARRAT (1895). Plus au Nord, dans l'Afrique occidentale, on doit à l'administrateur H. HUBERT, auteur lui-même de la première *Carte géologique du Dahomey* et d'une thèse remarquable sur cette colonie (1908), un excellent résumé des connaissances acquises jusqu'en 1911, avec une grande carte à 1 : 5 000 000ᵉ, qui en synthétise les résultats généraux. L'érudit exposé de P. LEMOINE (1913) couvre, en réalité,

l'immense domaine compris entre le Cameroun, le Tchad et l'Atlas.

A l'autre bout de l'Afrique, c'est encore à P. LEMOINE que l'on doit le document fondamental sur *Madagascar :* sa thèse de 1906, consacrée principalement à l'étude des sédiments secondaires et tertiaires du nord de cette grande île, porte, en toute raison, le sous-titre de : *Contribution à l'histoire géologique de l'océan Indien.*

Franchissons ce dernier, et arrivons à l'Indochine. C'est par là que les mers paléozoïques et mésozoïques de l'Europe méditerranéenne et de l'Asie centrale communiquaient avec le domaine du Pacifique, et c'est là, également, que vient aboutir le puissant faisceau des chaînes plissées tertiaires qui enveloppent ensuite, d'une façon presque continue, le Grand Océan. Aussi, pouvait-on prévoir d'avance la haute portée générale des études dont notre grande colonie asiatique était destinée à devenir l'objet. Ces espérances, étendues aux portions avoisinantes du territoire chinois, n'ont pas été déçues ; et les hommes chargés du travail se sont montrés à la hauteur de la tâche, souvent pénible et toujours difficile, qu'ils avaient à remplir. Le capitaine ZEIL dans le Haut-Tonkin (1907), et H. LANTENOIS pour l'ensemble de cette région (1907) ; au Yun-Nan, le même ingénieur (1907) ; plus tard, et après une première reconnaissance dans la Chine du Sud faite par A. LECLÈRE (1901), les deux géologues professionnels J. DEPRAT et H. MANSUY, auteurs d'une magnifique et très fructueuse exploration du Yun-Nan oriental (1912), ont fait briller, en Extrême-Orient, la Science française d'un vif éclat. Les *Mémoires du Service géologique de l'Indochine*, créés, en 1912, pour servir d'archives à ces enquêtes et à ces découvertes, ont conquis aussitôt dans l'estime des hommes compétents une notoriété mondiale.

Un dernier jalon, où les terrains et les accidents rappellent l'Europe, nous est offert, presque aux Antipodes de la France, par la Nouvelle-Calédonie. Là encore, nos ingénieurs et nos géologues ont été à l'œuvre, depuis GARNIER (1867) jusqu'à PELATAN (1891) et à M. PIROUTET (1903),

qui est sur le point de donner une étude complète de la Stratigraphie néo-calédonienne.

Si, maintenant, nous revenons vers le domaine de l'Atlantique, il nous faudra rappeler la magistrale enquête de L. LACROIX sur les éruptions de *la Montagne Pelée* à la Martinique (1904, 1908), dont il a été question précédemment. Sur le continent, signalons l'*Esquisse géologique de la Guyane Française* que CH. VELAIN a donnée, en 1885, d'après les récoltes de l'explorateur CREVAUX : ce territoire sert de contre-partie, comme on le sait, de l'autre côté de l'Amazone, à l'immense massif de roches cristallines occupant tout l'intérieur du Brésil.

ÉPILOGUE

On a pu voir, par l'exposé qui précède, combien l'apport des géologues français à la Science universelle, depuis le milieu du XVIIIe siècle, a été important et varié. Il n'est pas une branche de l'étude physique du globe terrestre qui n'ait été, tour à tour, abordée par nos compatriotes, pas un problème d'ordre général qu'ils n'aient discuté, pas une région du monde où ils n'aient porté leurs pas.

Mais pour que ces richesses devinssent accessibles à tous, il était nécessaire de les extraire des recueils spéciaux et des innombrables mémoires où elles se trouvaient dispersées, en les faisant passer au crible d'une critique judicieuse et avertie. Cette tâche, déjà difficile à l'époque où Ami BOUÉ faisait paraître son *Guide du géologue voyageur* (1835), est devenue de jour en jour plus formidable, à tel point que, personne ne se présentant pour l'entreprendre, la France à dû rester très longtemps, dans ce domaine, tributaire de l'étranger et se contenter de traductions des ouvrages de Lyell ou de Credner, par exemple.

Il était réservé à Albert DE LAPPARENT, dans l'avant-dernière décade du XIXe siècle, de rompre enfin avec cette situation fâcheuse : à peine mis au jour, en 1885, son *Traité de Géologie* conquérait tous les suffrages, et cinq éditions, dont chacune marquait un progrès sur la précédente, n'en

ont pas épuisé le succès. L'auteur, maître en l'art d'écrire autant que géologue expert, y déploie ces qualités éminemment françaises : l'ordre, la précision, la clarté, qui ont fait apprécier son livre dans tous les milieux scientifiques, jusque bien au delà de nos frontières.

Et cependant, le flot des publications continuait à monter avec une telle rapidité que bientôt, un nouvel effort de coordination semblait devenir nécessaire. Émile HAUG a eu le courage de l'accomplir, et son beau *Traité de Géologie* (1908-1911) s'est recommandé de suite par une érudition vraiment hors de pair, que relève encore la compétence bien connue du professeur de la Sorbonne dans les domaines de la Paléôntologie et de la Stratigraphie.

Ces deux œuvres maîtresses illustrent, d'ailleurs, par leur origine, l'un des caractères distinctifs de la Géologie française contemporaine : comme en tant d'autres branches du savoir, l'enseignement et la recherche marchent, ici, de pair chez les maîtres de nos Universités. On a vu, par l'énumération précédente, le rôle qui revient aux thèses dans les progrès réalisés par nos connaissances, notamment en matière de Stratigraphie et d'études régionales. Cette part si importante se marque, dans la Bibliographie sommaire annexée au présent Rapport, par la présence de plus de quarante monographies que leurs auteurs ont préparées en vue du doctorat ; et nombre d'autres travaux du même genre, quoique d'une facture solide et d'une valeur durable, n'ont pu trouver place dans cette liste.

Un second facteur du développement de la Géologie dans notre pays, dont l'influence vient souvent, du reste, se superposer à celle du haut Enseignement, réside dans l'action d'un organisme officiel, moins puissant, il est vrai, qu'en certains autres pays, mais dont la belle tenue scientifique, depuis un quart de siècle, surtout, est appréciée dans les milieux compétents comme elle le mérite. L'œuvre du *Service de la Carte géologique*, dans toutes les branches de la Géologie appliquée ou théorique, est considérable. Avec des ressources budgétaires modestes, et sans un personnel exclusif ou permanent, ses directeurs, depuis ÉLIE

DE BEAUMONT jusqu'à MICHEL-LÉVY et à M. TERMIER, ont, certes, justifié la confiance des savants et du pays tout entier.

Enfin, la *Société Géologique de France*, foyer de libres discussions, n'a cessé, depuis plus de quatre-vingts ans, d'encourager les efforts des débutants, en même temps qu'elle donnait toujours l'exemple de l'indépendance critique la plus complète.

Ce triple concours des membres du haut Enseignement, des fonctionnaires de l'État et de l'initiative privée assure à la Géologie française, nul n'en saurait douter, un avenir digne de son brillant passé.

Emm. DE MARGERIE

BIBLIOGRAPHIE

HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE

A. D'ARCHIAC. — **Introduction à l'étude de la Paléontologie stratigraphique*, 2 vol. in-8°. Paris, 1864.

— *Géologie et Paléontologie*, 2 parties, in-8°. Paris, 1866.

Ch. SAINTE-CLAIRE DEVILLE. — *Coup d'œil historique sur la Géologie et sur les travaux d'Élie de Beaumont*, in-8°. Paris, 1878.

J. GOSSELET. — *Constant Prévost. Coup d'œil rétrospectif sur la Géologie en France pendant la première moitié du XIX[e] siècle*, in-8°. Lille, 1896.

**Congrès Géologique International : Catalogue des Bibliographies géologiques*, réd. par Emm. DE MARGERIE, in-8°. Paris, 1896.

PÉRIODE ANCIENNE

Bernard PALISSY. — *Discours admirables, de la nature des eaux et fontaines, tant naturelles qu'artificielles, des métaux, des sels et salines, des pierres, des terres, du feu et des émaux*, in-8°. Paris, 1580; réimpr. dans l'éd. de ses Œuvres, publ. par Anatole FRANCE, in-8°. Paris, 1880.

A. DAUBRÉE. — *Descartes, l'un des créateurs de la Cosmologie et de la Géologie*. Journal des Savants. 1880.

B. DE MAILLET. — *Telliamed, ou Entretiens d'un philosophe indien avec un missionnaire françois...*, 2 vol. in-8°. Amsterdam, 1748.

G.-L. LECLERC DE BUFFON. — *Histoire et Théorie de la Terre* (*Histoire naturelle*, t. I), in-4°. Paris, 1749.

— *Des Époques de la Nature* (Supplément à l'*Histoire naturelle*, t. V), in-4°. Paris, 1778.

J.-Ét. GUETTARD. — *Mémoire et carte minéralogique sur la nature et la situation des terreins qui traversent la France et l'Angleterre*. Histoire de l'Académie royale des Sciences. 1746.

— *Sur quelques montagnes de France qui ont été volcans*. Ibid. 1752.

— *Mémoires sur la minéralogie du Dauphiné*, 2 vol. in-4°. Paris, 1779.

N. DESMAREST. — *Mémoire sur l'origine et la nature du basalte*. Histoire de l'Académie royale des Sciences. 1771 et 1773.

GIRAUD-SOULAVIE. — *Histoire naturelle de la France méridionale*, 8 vol. in-8°. Paris, 1780-1783.

PALASSOU. — *Essai sur la minéralogie des Monts-Pyrénées*, in-4°. Paris, 1782.

J.-B. LAMARCK. — *Hydrogéologie, ou recherches sur l'influence qu'ont eue les eaux sur la surface du globe terrestre*, in-8°, Paris, an X (1802).

G. CUVIER et Alex. BRONGNIART. — *Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris*. Journal des Mines, XXIII. 1808; 2e éd., Mém. de l'Institut, 1811; 3e éd., très augmentée, publiée sous le titre de *Description géologique des environs de Paris*, in-16 et atlas. Paris, 1835.

(1) Abréviations employées pour désigner les principaux recueils et périodiques cités : A. G. : *Annales de Géographie*. A. M. : *Annales du Muséum*. A. Min. : *Annales des Mines*. A. S. G. : *Annales des Sciences géologiques*. A. S. G. N. : *Annales de la Société Géologique du Nord* (Lille). A. S. N. : *Annales des Sciences naturelles*. B. S. C. : *Bulletin des Services de la Carte géologique de la France*. B. S. G. F. : *Bulletin de la Société Géologique de France*. C. R. : *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*. M. S. C. : *Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France*. M. S. E. : *Mémoires de l'Académie des Sciences. Recueil des Savants étrangers à l'Académie*. M. S. G. F. : *Mémoires de la Société Géologique de France*. M. S. G. N. : *Mémoires de la Société Géologique du Nord* (Lille). T. L. G. G. : *Travaux du Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble*.

G. CUVIER. — *Discours sur les révolutions de la surface du globe et sur les changements qu'elles ont produits dans le règne animal*, in-8°. Paris, 1822; 6e éd., 1830.

J.-B. D'OMALIUS D'HALLOY. — *Mémoires pour servir à la description géologique des Pays-Bas, de la France et de quelques contrées voisines*, in-8°. Namur, 1828.

Alex. BRONGNIART. — *Sur les caractères zoologiques des formations*. A. Min., VI. 1821.

J.-F. D'AUBUISSON DE VOISINS. — *Traité de Géognosie*, 2 vol. in-8°. Paris, 1819.

PÉRIODE MODERNE

I. GÉOLOGIE GÉNÉRALE. — A. *Dynamique externe.*

1° *Eaux courantes.*

A. SURELL. — **Études sur les torrents des Hautes-Alpes*, in-4°. Paris, 1841; 2e édit., 2 vol. in-8°, 1870-72.

ÉLIE DE BEAUMONT. — **Leçons de Géologie pratique*, 2 vol. in-8°. Paris, 1845-1849.

Alex. COLLIN. — *Recherches expérimentales sur les glissements spontanés des terrains argileux*, 2 vol. in-4°. Paris, 1846.

DAUSSE. — *Études relatives à l'endiguement des rivières et aux inondations*. M. S. E., XX. 1872.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX ET FORÊTS. — *Restauration et conservation des terrains en montagne*, 3 vol. in-8°. Paris, 1911.

M. LUGEON. — **Étude géologique sur le projet de barrage du haut Rhône français à Genissiat*. M. S. G. F., 4e sér., II, n° 8. 1912.

Creusement des vallées.

Lieutenant-colonel G. DE LA NOË et Emm. DE MARGERIE. — *Les formes du terrain*, 2 vol. in-4°, Service Géographique de l'Armée. Paris, 1888.

A. DE LAPPARENT. — **Leçons de Géographie physique*, in-8°. Paris, 1896; 3e éd., 1907.

Général BERTHAUT. — **Topologie. Étude du terrain*, 2 vol. in-4°, Service Géographique de l'Armée. Paris, 1909-1910.

M. LUGEON. — *Recherches sur l'origine des vallées des Alpes occidentales*. A. G. 1901.

Emm. DE MARTONNE. — **Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Transylvanie*. Revue de Géogr., I. 1906-1907 (thèse).

2° *Eaux souterraines.*

J. FOURNET. — *Hydrologie souterraine*. Mém. Acad. Lyon, VIII. 1858.

A. DAUBRÉE. — **Les Eaux souterraines à l'époque actuelle. Les eaux souterraines aux époques anciennes*, 3 vol. in-8°. Paris, 1887.

E.-A. MARTEL. — *Les Abîmes, les eaux souterraines, les sources, la spéléologie*, in-4°. Paris, 1894.

L. DE LAUNAY. — *Recherche, captage et aménagement des eaux thermo-minérales*, in-8°. Paris, 1899.

3° *Glaciers : Glaciers actuels.*

DOLLFUS-AUSSET. — *Matériaux pour l'étude des glaciers*, 13 vol. in-8° et atlas in-fol. Paris, 1864-1870.

Ch. RABOT. — *Revue de Glaciologie*, I, Ann. Club Alpin Français, XXVIII, 1901; II, Ibid., XXIX, 1902; III, Mém. Soc. Sc. Nat. Fribourg, V, 1909.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. SERVICE DES GRANDES FORCES HYDRAULIQUES. — **Études glaciologiques*, I-III, 3 vol. gr. in-8°. Paris, 1909-1912.

Glaciers anciens.

Ed. COLLOMB. — *Preuves de l'existence d'anciens glaciers dans les vallées des Vosges*, in-8°. Paris, 1847.

Ch. MARTINS et Ed. COLLOMB. — *Essai sur l'ancien glacier de la vallée d'Argelès*. Mém. Acad. Montpellier, VII. 1867.

A. FALSAN et E. CHANTRE. — *Monographie des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône*, 2 vol. in-8° et atlas in-fol. Lyon, 1875-1880.

W. KILIAN et M. GIGNOUX. — *Les Formations fluvio-glaciaires du Bas-Dauphiné*. B. S. C., XXI, n° 129. 1911.

4° *Eaux marines et sédiments : Dépôts de l'époque actuelle.*

DELESSE. — *Lithologie des mers de France et des mers principales du globe*, 2 vol. in-8° et atlas in-fol. Paris, 1871.

J. THOULET. — **Étude bathylithologique des côtes du Golfe du Lion*. Ann. Inst. Océanogr., VI, fasc. 6. 1912.

L. JOUBIN. — **Carte des bancs et récifs de coraux, dressée sous les auspices de* S. A. S. le Prince de MONACO. Ibid., IV, fasc. 2. 1912.

Sédiments anciens.

H. FAYOL. — *Études sur le terrain houiller de Commentry. Lithologie et Stratigraphie*, in-8° et atlas in-fol. B. Soc. Industrie minérale, 2e sér., XV. Saint-Étienne, 1887.

C. GRAND'EURY. — **Formation des couches de houille et du terrain houiller*. M. S. G. F., 3e sér., IV, n° 3. 1887.

L. CAYEUX. — *Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires*. M. S. G. N., IV, n° 2. 1897 (thèse).

— **Les Minerais de fer oolithique de France*, fasc. I Gîtes minéraux de la France, in-4°. Paris, 1909.

B. *Dynamique interne : 1° Volcans.*

DUFRÉNOY et ÉLIE DE BEAUMONT. — *Mémoire sur les groupes du Cantal, du Mont-Dore, et sur les soulèvements auxquels ces montagnes doivent leur relief actuel*. Mémoires pour servir à une Description géol. de la France, II. 1834.

Constant PRÉVOST. — *Notes sur l'île Julia, pour servir à l'histoire de la formation des montagnes volcaniques*. M. S. G. F., 2e sér., n° 5. 1835.

ÉLIE DE BEAUMONT. — *Note sur les émanations volcaniques et métallifères*. B. S. G. F., 2e sér., IV. 1846-1847.

F. FOUQUÉ. — **Santorin et ses éruptions*, in-4°. Paris, 1879.

A. LACROIX. — **La Montagne Pelée et ses éruptions*, in-4°. Paris, 1904.

— **La Montagne Pelée après ses éruptions*, in-4°, Paris, 1908.

E. RECLUS. — *Les volcans de la Terre*. Publ. de la Soc. Belge d'Astronomie, Météorologie et Physique du Globe, in-8°. Bruxelles, 1906 et années suiv.

2° *Gisement des roches éruptives anciennes; Métamorphisme.*

Ch. BARROIS. — *Le Granite de Rostrenen, ses apophyses et ses contacts*. A. S. G. N., XII. 1884-1885.

M. BERTRAND. — *Sur la distribution des roches éruptives en Europe*. B. S. G. F., 3e sér., XVI. 1887-1888.

Aug. MICHEL-LÉVY. — **Contribution à l'étude du granite de Flamanville et des granites français en général*. B. S. C., V, n° 36. 1893.

A. LACROIX. — *Le Granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact*. Ibid., X, n° 64. 1898; XI, n° 71. 1900.

Alb. MICHEL-LÉVY. — *L'Esterel. Étude stratigraphique, pétrographique et tectonique*. Ibid., XXI, n° 130. 1912 (thèse).

A. DAUBRÉE. — **Études synthétiques de Géologie expérimentale*, 2 vol. in-8°. Paris, 1879.

3° *Tremblements de terre.*

A. PERREY. — *Bibliographie séismique*, 1re, 2e, 3e parties. Mém. Acad. Dijon, 2e sér., IV, V, IX, XIII. 1855-1865.

MISSION D'ANDALOUSIE. — **Études relatives au tremblement de terre du 25 décembre 1884 et à la constitution du sol ébranlé par les secousses*. M. S. E., 2e sér., XXX, n° 2. 1889.

F. DE MONTESSUS DE BALLORE. — **Les Tremblements de terre. Géographie séismologique*, in-8°. Paris, 1906.
— *La Science séismologique*, in-8°. Paris, 1907.

C. *Stratigraphie.*

A. D'ORBIGNY. — **Cours élémentaire de Paléontologie et de Géologie stratigraphiques*, 3 vol. in-18. Paris, 1849-1852.

MUNIER-CHALMAS et DE LAPPARENT. — *Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires*. B. S. G. F., 3e sér., XXI. 1894.

Ém. HAUG. — *Les Géosynclinaux et les aires continentales. Contribution à l'étude des transgressions et des régressions marines*. Ibid., XXVIII. 1900.

TERRAINS PRIMAIRES

Ed. DE VERNEUIL. — *Note sur le parallélisme des roches des dépôts paléozoïques de l'Amérique septentrionale avec ceux de l'Europe*. Ibid., 2e sér., IV. 1846-1847.

J. GOSSELET. — *Sur les terrains primaires de la Belgique, des environs d'Avesnes et du Boulonnais*, in-4°. Paris, 1860 (thèse).

P. DALIMIER. — *Stratigraphie des terrains primaires dans la presqu'île du Cotentin*, in-4°. Paris, 1861 (thèse).

J. BERGERON. — *Étude géologique du massif ancien situé au Sud du Plateau Central*. A. S. G., XXII. 1889 (thèse).

A. Bigot. — *L'Archéen et le Cambrien dans le Nord du Massif Breton et leurs équivalents dans le Pays de Galles.* Mém. Soc. Sc. Cherbourg, XXVII. 1890 (thèse).

F. Kerforne. — *Étude de la région silurique occidentale de la presqu'île de Crozon (Finistère)*, in-8°. Rennes, 1901 (thèse).

C. Grand'Eury. — *Flore carbonifère du département de la Loire.* M. S. E., XXIV. 1877.

Ch. Barrois. — **Étude des strates marines du terrain houiller du Nord*, 1re partie. Gîtes minéraux de la France, in-4°. Paris, 1912.

TERRAINS SECONDAIRES

E. Hébert. — *Les Mers anciennes et leurs rivages dans le bassin de Paris, ou Classification des terrains par les oscillations du sol*, 1re partie. Terrain jurassique, in-8°. Paris, 1857.

J. Marcou. — *Lettres sur les roches du Jura et sur leur distribution géographique*, in-8°. Paris, 1857.

E. Eudes-Deslongchamps. — *Études sur les étages jurassiques inférieurs de la Normandie.* Mém. Soc. Linnéenne Norm., XIV. 1865 (thèse).

Abbé Bourgeat. — *Recherches sur les formations coralligènes du Jura méridional*, in-8°. Lille, 1887 (thèse).

A. Riche. — *Étude stratigraphique sur le Jurassique inférieur du Jura méridional.* Ann. Univ. Lyon, VI, n° 3. 1893 (thèse).

H. Joly. — *Le Jurassique inférieur et moyen de la bordure nord-est du bassin de Paris*, in-4°. Nancy, 1908 (thèse).

W. Kilian. — *Unterkreide (Palaeocretacicum)*, in-8°. Stuttgart, 1907 et années suiv.

Ch. Jacob. — *Études paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes Françaises et les régions voisines.* T. L. G. G., VIII. 1907 (thèse).

A. de Grossouvre. — **Recherches sur la Craie supérieure*, M. S. C., 2 vol. in-4°. Paris, 1901.

TERRAINS TERTIAIRES

J. Boussac. — **Études stratigraphiques sur le Nummulitique alpin.* M. S. C., in-4°. Paris, 1912 (thèse).

F. FONTANNES. — *Études stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône*, I-X, in-8°. Lyon et Paris, 1875-1892.

G. VASSEUR. — *Recherches géologiques sur les terrains tertiaires de la France occidentale*. A. S. G., XIII. 1881 (thèse).

Ch. DÉPERET. — *Sur la classification et le parallisme du système miocène*. B. S. G. F., 3ᵉ sér., XXI. 1893.

F. DELAFOND et Ch. DÉPERET. — *Les Terrains tertiaires de la Bresse et leurs gîtes de lignites et de minerais de fer*. Gîtes minéraux de la France, in-4° et atlas. Paris, 1893.

TERRAINS QUATERNAIRES

E. BELGRAND. — **La Seine. Le bassin Parisien aux âges antéhistoriques*, 3 vol. in-4°. Paris, 1869.

M. BOULE. — **Les Grottes de Grimaldi*, tome I, fasc. 2 et 3, in-4°. Monaco, 1906-1910.

Général DE LAMOTHE. — **Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger et d'une partie de la côte algérienne*. M. S. G. F., 4ᵉ sér., I, n° 6. 1911.

D. *Tectonique*.

ÉLIE DE BEAUMONT. — *Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe*. A. S. N., XVIII, XIX. 1829-1830.
— **Notice sur les systèmes de montagnes*, 3 vol. in-18. Paris, 1852.

Emm. DE MARGERIE et A. HEIM. — *Les Dislocations de l'écorce terrestre. Essai de définition et de nomenclature*, in-8°. Zürich, 1888.

Aug. MICHEL-LÉVY. — *Sur la coordination et la répartition des fractures et des effondrements de l'écorce terrestre en relation avec les épanchements volcaniques*. B. S. G. F., 3ᵉ sér., XXVI. 1898.

M. BERTRAND. — *Déformation tétraédrique de la Terre et déplacement du pôle*. C. R., CXXX. 1900.

A. DE LAPPARENT. — *Sur la symétrie tétraédrique du globe terrestre*. Ibid., CXXX. 1900.

J. THURMANN. — *Essai sur les soulèvemens jurassiques du Porrentruy*, 1ᵉʳ cahier. Mém. Soc. Hist. Nat. Srasbourg, I. 1832.

G. BLEICHER. — *Essai de Géologie comparée des Pyrénées, du Plateau central et des Vosges*, in-8°. Colmar, 1870 (thèse).

H. MAGNAN. — *Matériaux pour une étude stratigraphique des Pyrénées et des Corbières*. Mémoire posthume. M. S. G. F., 2e sér., X, n° 1. 1874.

J. GOSSELET. — *Sur la structure générale du bassin houiller franco-belge*. B. S. G. F., 3e sér., VIII. 1879-1880.

M. BERTRAND. — *Rapports de structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord*. Ibid., XII. 1883-1884.

— *La Chaîne des Alpes et la formation du Continent Européen*. Ibid., XV. 1886-1887.

— *Ilôt triasique du Beausset (Var). Analogie avec le bassin houiller franco-belge*. Ibid., XV. 1886-1887.

— *Mémoire sur les refoulements qui ont plissé l'écorce terrestre et sur le rôle des déplacements horizontaux*. Mém. Acad. Sc., L, n° 2. 1908.

M. LUGEON. — *La Région de la brèche du Chablais (Haute-Savoie)*. B. S. C., VII, n° 49. 1896.

— *Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse*. B. S. G. F., 4e sér., I. 1902.

P. TERMIER. — *Les Nappes des Alpes Orientales et la synthèse des Alpes*. Ibid., 4e sér., III. 1903.

Ém. HAUG. — *Les Grands charriages de l'Embrunais et de l'Ubaye*. Rev. gén. des Sc., XIV. 1903.

— *Les Nappes de charriage des Alpes calcaires septentrionales*, 3 parties, B. S. G. F., 4e sér., VI, 1906 et XII, 1912.

P. TERMIER. — *Sur la tectonique de l'Ile d'Elbe*. Ibid., X. 1910.

P. TERMIER et J. BOUSSAC. — *Le Massif cristallin ligure*. Ibid., XII. 1912.

II. GÉOLOGIE RÉGIONALE

TRAVAUX DESCRIPTIFS ET CARTES GÉOLOGIQUES

1° *France*.

DUFRÉNOY et ÉLIE DE BEAUMONT. — *Mémoires pour servir à une Description géologique de la France*, 4 vol. in-8°. Paris, 1830-1838.

— *Carte géologique de la France*. 1 : 500 000e, 6 feuilles. Paris, 1840.

— **Explication de la Carte géologique de la France*, I, II, III, 1re partie, 3 vol. in-4°. Paris, 1841-1873.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — *Carte géologique détaillée de la France.* 1 : 80000e; 267 feuilles, en cours de publication depuis 1874.

G. VASSEUR et L. CAREZ. — *Carte géologique de la France à l'échelle de 1 : 500000e*, 48 feuilles. Paris, 1885-1889.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — **Carte géologique de la France à l'échelle du millionième*, 4 feuilles. Paris, 1889; 2e éd., 1905.

CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL, VIIIe session. 1900. — *Livret-guide des excursions en France*, in-8°. Paris, 1900.

Commandant O. BARRÉ. — **L'Architecture du sol de la France*, in-8°. Paris, 1903.

Bassin de Paris.

A. DE LAPPARENT. — *La Géologie en chemin de fer. Description géologique du Bassin Parisien et des régions adjacentes*, in-8°. Paris, 1888.

G.-F. DOLLFUS. — *Carte géologique des environs de Paris*, 1 : 40000e, 4 feuilles. Paris, Service de la Carte géol. 1889.

P. LEMOINE. — **Géologie du bassin de Paris*, in-8°. Paris, 1911.
— *Résultats géologiques des sondages profonds du bassin de Paris.* B. Soc. Industrie minérale, Saint-Étienne. 1910.

Nord de la France.

J. GOSSELET. — *Esquisse géologique du Nord de la France et des contrées voisines*, 4 fasc. de texte et 3 fasc. de pl. in-8°. Lille, 1880-1903.
— *L'Ardenne.* M. S. C., in-4°, Paris, 1888.
— **Les Assises crétaciques et tertiaires dans les fosses et les sondages du Nord de la France*, fasc. I-IV. Gîtes minéraux de la France, in-4° et atlas in-fol. Paris, 1904-1913.

Ouest de la France.

A. GUILLIER et J. TRIGER. — *Carte géologique agronomique du département de la Sarthe*, 1 : 40000e. Le Mans, 1875-1882.

A. GUILLIER. — *Géologie du département de la Sarthe*, in-4°. Le Mans-Paris, 1886.

Ch. BARROIS. — *Aperçu de la constitution géologique de la rade de Brest.* B. S. G. F., 3e sér., XIV. 1885-1886.
— *Le Bassin du Menez-Bélair (Côtes-du-Nord et Ille-et-Vilaine).* A. S. G. N., XXII. 1894.

J. WELSCH. — ***Étude des terrains et des dislocations du Poitou dans le détroit poitevin et sur les bords du massif ancien de la Gâtine.*** B. S. G. F., 4e sér., III. 1903.

A. BIGOT. — ****Le Massif ancien de la Basse-Normandie et sa bordure.*** Ibid., IV. 1904.

Massif Central : a) Terrains anciens.

L. GRUNER. — *Description géologique et minéralogique du département de la Loire*, in-8°. Paris, 1857.

A. MICHEL-LÉVY. — *Le Morvan et ses attaches avec le Massif Central*, A. G., VII, 1898, et VIII, 1899.

J. BERGERON. — *Étude des terrains paléozoïques et de la tectonique de la Montagne Noire*, B. S. G. F., 3e sér., XXVIII, 1899.

G. MOURET. — *Aperçu sur la Géologie de la partie sud-ouest du Plateau Central de la France*. B. S. C., XI, n° 72, 1899.

Alb. MICHEL-LÉVY. — *Les terrains primaires du Morvan et de la Loire*. Ibid., XVIII, n° 120, 1908 (thèse).

b) Bordure de terrains secondaires.

ÉBRAY. — *Études géologiques sur le département de la Nièvre*, in-8°, Paris, 1858.

BOISSE. — *Esquisse géologique du département de l'Aveyron*, in-8°. Paris, 1870.

G. FABRE. — *Sur les preuves de la submersion du Mont-Lozère à l'époque jurassique*. B. S. G. F., 3e sér., I. 1872-1873.

A. THÉVENIN. — *Étude géologique de la bordure sud-ouest du Massif central*. Ibid., XIV, n° 95, 1903 (thèse).

c) Couverture volcanique tertiaire et quaternaire.

H. LECOQ. — *Carte géologique du département du Puy-de-Dôme*, 1 : 40000e. Clermont-Paris, 1861.

— *Les Époques géologiques de l'Auvergne*, 5 vol. in-8°. Paris, 1867.

J.-B. RAMES. — *Géogénie du Cantal*, in-18. Aurillac-Paris, 1873.

Aug. MICHEL-LÉVY. — *Régions volcaniques de l'Auvergne. La chaîne des Puys. Le Mont-Dore et ses alentours*. B. S. G. F., 3e sér., XVIII, 1889-1890.

M. Boule. — **Description géologique du Velay*. B. S. C., IV, n° 28, 1892 (thèse).
— *L'Age des derniers volcans de la France*. La Géogr., XIII, 1906.

Ph. Glangeaud. — *Les Régions volcaniques du Puy-de-Dôme*. B. S. C., XIV, n° 123, 1909 et XXII, n° 135. 1913.

Est de la France.

A. Daubrée. — *Description géologique et minéralogique du département du Bas-Rhin*, in-8°. Strasbourg, 1852.

E. Royer et J. Barotte. — *Carte géologique du département de la Haute-Marne*, 1 : 80 000e. 1859-1863.

Jura.

E. Thirria. — *Statistique minéralogique et géologique de la Haute-Saône*, in-8°. Besançon, 1833.

J. Marcou. — *Recherches géologiques sur le Jura salinois*. M. S. G. F., 2e sér., III, n° 1. 1848.

E. Jourdy. — *Orographie du Jura dôlois*. B. S. G. F., 2e sér., XXIX. 1871-1872.

G. Boyer. — *Atlas oro-géologique du département du Doubs*, in-fol. Paris, 1888.

Emm. de Margerie. — *La Structure du Jura*. Actes Soc. Helv. Sc. Nat., 92e Sess. Lausanne, 1909.

J. Révil. — *Géologie des chaînes jurassiennes et subalpines de la Savoie*. Mém. Acad. Savoie, 5e sér., I-II, 1911-1913 (thèse).

Alpes Françaises.

Ch. Lory. — **Description géologique du Dauphiné*, in-8°. Paris-Grenoble, 1860-1864.

W. Kilian. — *Description géologique de la Montagne de Lure (Basses-Alpes)*. A. S. G., XIX-XX. 1888 (thèse).

É. Haug. — *Les Chaînes subalpines entre Gap et Digne*. B. S. C., III, n° 21. 1891 (thèse).

P. Termier. — *Étude sur la constitution géologique du massif de la Vanoise*. Ibid., II, n° 2. 1891.
— *Le Massif des Grandes-Rousses*. Ibid., VI, n° 40. 1894.

Ph. Zürcher. — *Note sur la structure de la région de Castellane*. Ibid., VII, n° 48. 1895.

L. Bertrand. — *Étude géologique du Nord des Alpes-Maritimes.* Ibid., IX, n° 56. 1896 (thèse).

V. Paquier. — *Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales.* T. L. G. G., V. 1900 (thèse).

P. Termier. — *Les Montagnes entre Briançon et Vallouise* (*Écailles briançonnaises*). M. S. C., in-4°. Paris, 1903.

W. Kilian et J. Révil. — * *Études géologiques dans les Alpes Occidentales. Contribution à la Géologie des chaînes intérieures des Alpes Françaises,* I et II (1re partie). M. S. C., in-4°. Paris, 1904-1908.

Provence et Languedoc.

P. G. de Rouville. — *Description géologique des environs de Montpellier,* in-4°. Montpellier. 1853 (thèse).

d'Archiac. — *Les Corbières. Étude géologique d'une partie des départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales.* M. S. G. F., 2e sér., VI, n° 2. 1859.

L. Collot. — *Description géologique des environs d'Aix-en-Provence,* in-4°. Montpellier, 1880 (thèse).

F. Léenhardt. — *Étude géologique de la région du Mont-Ventoux,* in-4°. Montpellier, 1883 (thèse).

Pyrénées.

A. Leymerie. — *Description géologique et paléontologique des Pyrénées de la Haute-Garonne,* in-8° et atlas. Toulouse, 1881.

Emm. de Margerie et Fr. Schrader. — *Aperçu de la structure géologique des Pyrénées.* Annuaire du Club Alpin Français, XVIII. 1891.

A. Bresson. — *Études sur les formations anciennes des Hautes- et Basses-Pyrénées.* B. S. C., XIV, n° 93. 1903 (thèse).

L. Carez. — *La Géologie des Pyrénées Françaises.* M. S. C., 6 vol. in-4°. Paris. 1903-1909.

L. Bertrand. — *Contribution à l'histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées Orientales et Centrales.* B. S. C., XVII, n° 118. 1907.

L. Carez. — *Résumé de la Géologie des Pyrénées Françaises.* M. S. G. F., 4e sér., II, n° 7. 1912.

2° *Pays étrangers : Iles Britanniques.*

Ch. Barrois. — *Recherches sur le terrain crétacé supérieur de l'Angleterre et de l'Irlande.* M. S. G. N., I, n° 1, 1876 (thèse).

Espagne.

de Verneuil et Collomb. — *Carte géologique de l'Espagne et du Portugal,* in-fol. Paris, 1864 ; 2e éd., 1868.

Ch. Barrois. — *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice.* M. S. G. N., II, n° 2. 1882.

R. Nicklès. — *Études géologiques sur le Sud-Est de l'Espagne,* I, in-8°. Paris, 1891 (thèse).

R. Douvillé. — **Esquisse géologique des Préalpes subbétiques,* in-8°. Paris, 1906 (thèse).

— *La Péninsule Ibérique.* A. *Espagne,* In-8°. Heidelberg, 1911, Handbuch der Regionalen Geologie, 7. Heft.

M. Dalloni. — *Étude géologique des Pyrénées de l'Aragon,* in-4°. Marseille, 1910 (thèse).

Italie.

Munier. — *Étude du Tithonique, du Crétacé et du Tertiaire du Vicentin,* in-8°. Paris, 1891 (thèse).

M. Gignoux. — *Les Formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicile.* Ann. Univ. Lyon, nouv. sér., I, n° 36. 1913 (thèse).

Turquie et Grèce.

Puillon de Boblaye et Th. Virlet. — *Expédition scientifique de Morée. Géologie et Minéralogie,* in-4° et atlas in-fol. Paris-Strasbourg, 1833.

Viquesnel. — *Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe.* M. S. G. F., 1re sér., V, n° 2, 1842 ; 2e sér., I, n° 6. 1845.

J. Deprat. — *Étude géologique et pétrographique de l'Ile d'Eubée,* in-8°. Besançon, 1904 (thèse).

L. Cayeux. — *Description physique de l'Ile de Délos,* 1re partie, in-4°. Paris, 1911.

Orient.

L. Lartet. — *Essai sur la Géologie de la Palestine et des contrées avoisinantes, telles que l'Égypte et l'Arabie.* A. S. G., I. 1869 (thèse).

— *Exploration géologique de la Mer Morte,* in-4°. Paris, 1877.

Ch. LAURENT. — *Essai géologique sur les terrains qui composent l'isthme de Suez*, in-8°. Saint-Nicolas-du-Port, 1870.

J. DE MORGAN. — *Mission scientifique en Perse*, III, 1re partie. *Études géologiques. Géologie stratigraphique*. In-4°. Paris, 1905.

Amérique.

Alcide D'ORBIGNY. — *Voyage dans l'Amérique méridionale*, III, 3e partie. *Géologie*, in-4°. Paris-Strasbourg, 1842.

J. MARCOU. — *Résumé explicatif d'une carte géologique des États-Unis et des provinces anglaises de l'Amérique du Nord*. B. S. G. F., 2e sér., XII. 1854-1855.

A. DOLLFUS et E. DE MONT-SERRAT. — *Voyage géologique dans les Républiques de Guatemala et de Salvador*, in-4°. Paris, 1868.

A. PISSIS. — *Sur la constitution géologique de la chaîne des Andes entre le 16e et le 53e degrés de lat. Sud*. A. Min., 7e sér., III. 1873.

J. MARCOU. — *Note sur la Géologie de la Californie*. B. S. G. F., 3e sér., XI. 1882-1883.

M. BERTRAND et Ph. ZÜRCHER. — *Étude géologique sur l'isthme de Panama*, in-4°. Paris, 1898.

Régions polaires.

J. GRANGE. — *Voyage au Pôle Sud et dans l'Océanie, sous le commandement de* J. DUMONT D'URVILLE. *Géologie, Minéralogie et Géographie physique*, 2 vol. in-8°. Paris, 1848-1854.

E. GOURDON. — **Expédition Antarctique Française commandée par le* Dr CHARCOT. *Géographie physique. Glaciologie. Pétrographie*, in-4°. Paris, 1908 (thèse).

3° *Colonies et régions voisines : Algérie.*

A. PERON. — *Essai d'une description géologique de l'Algérie*. A. S. G., XIV, n° 4. 1883.

A. POMEL. — *Explication de la Deuxième Édition de la Carte géologique provisoire de l'Algérie*, in-4°. Alger, 1890.

POUYANNE, FICHEUR et JACOB. — *Carte géologique de l'Algérie*, 3e éd., 1 : 800 000e, 4 feuilles. Paris, 1900.

L. GENTIL. — **Étude géologique du bassin de la Tafna*. B. Carte géol. Algérie, 2e sér., n° 4. 1903 (thèse).

J. BLAYAC. — **Esquisse géologique du bassin de la Seybouse*. Ibid., 2e sér., n° 6. 1912 (thèse).

Tunisie.

F. AUBERT. — *Carte géologique de la Régence de Tunis*, 1 : 800000ᵉ. 1 f. avec notice in-8°. Paris, 1892.

L. PERVINQUIÈRE. — *Étude géologique de la Tunisie Centrale* Régence de Tunis. Direction des Travaux publics, in-4°. Paris, 1903 (thèse).

Ph. THOMAS. — **Essai d'une description géologique de la Tunisie.* Explor. scientif. de la Tunisie, 3 vol. in-8°. Paris, 1907-1913.

Maroc.

L. GENTIL. — **La Géologie du Maroc et la genèse de ses grandes chaînes.* A. G., XXI. 1912.

Sahara.

G. ROLLAND. — *Chemin de fer transsaharien. Géologie du Sahara algérien et aperçu géologique sur le Sahara, de l'Océan Atlantique à la Mer Rouge*, 2 vol. in-4° et atlas. Paris, 1890.

E.-F. GAUTIER et R. CHUDEAU. — **Missions au Sahara :* I. *Sahara algérien ;* II. *Sahara soudanais*, 2 vol. in-8°. Paris, 1908-1909.

G.-B.-M. FLAMAND. — *Recherches géographiques et géologiques sur le Haut-Pays de l'Oranie et sur le Sahara.* Territoires du Sud de l'Algérie, Service géol., in-4°. Lyon, 1911 (thèse).

Afrique Centrale et Occidentale.

M. BARRAT. — *Sur la Géologie du Congo français.* A. Min., 9ᵉ sér., VII. 1895.

H. HUBERT. — *État actuel de nos connaissances sur la Géologie de l'Afrique Occidentale*, in-8° avec carte géol. à part. Paris, 1911.

Madagascar.

P. LEMOINE. — **Études géologiques sur le Nord de Madagascar. Contribution à l'histoire géologique de l'Océan Indien*, in-8°. Paris, 1906 (thèse).

Indochine et Chine méridionale.

H. LANTENOIS. — *Notes sur la Géologie de l'Indochine.* M. S. G. F., 4ᵉ sér., I, n° 4. 1907.

G. ZEIL. — *Contribution à l'étude géologique du Haut-Tonkin.* Ibid., 4ᵉ sér., I, n° 3. 1907.

SERVICE GÉOLOGIQUE DE L'INDOCHINE. — *Mémoires*, gr. in-4°. Hanoï-Haïphong, en cours de publ. depuis 1912.

A. LECLÈRE. — *Étude géologique et minière des provinces chinoises voisines du Tonkin.* A. Min., 9e sér., XX. 1901.

H. LANTENOIS, etc. — *Résultats de la Mission géologique et minière du Yunnan méridional.* Ibid., 10e sér., XI. 1907.

J. DEPRAT et H. MANSUY. — **Étude géologique du Yun-Nan oriental;* 1re partie, Géologie générale; 2e partie, Paléontologie. Mém. Serv. géol. Indochine, nos 1-2. 1912.

Nouvelle-Calédonie.

M. PIROUTET. — *Note préliminaire sur la Géologie d'une partie de la Nouvelle-Calédonie.* B. S. G. F., 4e sér., III. 1903.

Guyane.

Ch. VELAIN. — *Esquisse géologique de la Guyane Française, d'après les explorations du* Dr CREVAUX. B. S. Géogr. Paris, 7e sér., VI. 1885.

TRAITÉS ET OUVRAGES GÉNÉRAUX

A. BOUÉ. — *Guide du géologue voyageur*, 2 vol. in-12. Paris, 1835.

A. DE LAPPARENT. — **Traité de Géologie*, in-8°. Paris, 1885, 5e éd., 3 vol. in-8°. Paris, 1906.

L. DE LAUNAY. — *La Science géologique*, in-8°. Paris, 1905, 2e éd., 1913.

É. HAUG. — **Traité de Géologie;* I. Les phénomènes géologiques. II. Les périodes géologiques. 4 vol. in-8°. Paris, 1908-1911.

RÉPERTOIRES

A. D'ARCHIAC. — *Histoire des progrès de la Géologie de 1834 à 1859*, 8 vol. in-8°. Paris, 1847-1860.

DELESSE, LAUGEL et DE LAPPARENT. — *Revue de Géologie pour les années 1860-1878*, 16 vol. in-8°. Paris, 1861-1880.

DAGINCOURT, L. CAREZ et H. DOUVILLÉ. — *Annuaire géologique universel. Revue de Géologie et de Paléontologie*, 14 vol. in-8°. Paris, 1885-1898.

PRINCIPAUX PÉRIODIQUES

* *Annales des Mines*, paraissant depuis 1816, in-8°. Paris, Dunod.

* *Bulletin de la Société Géologique de France*, paraissant depuis 1830, in-8°. Paris, 28, rue Serpente.

* *Mémoires de la Société Géologique de France*, paraissant depuis 1833, in-4°. Paris, 28, rue Serpente.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, paraissant depuis 1835, in-4°. Paris, Gauthier-Villars.

Annales des Sciences géologiques (1869-1891), in-8°. Paris, Masson.

Annales de la Société Géologique du Nord, paraissant depuis 1870, in-8°. Lille.

Mémoires de la Société Géologique du Nord, paraissant depuis 1876, in-4°. Lille.

* *Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France*, paraissant depuis 1879, in-4°. Paris.

* *Bulletin des Services de la Carte géologique de la France et des Topographies souterraines*, paraîssant depuis 1889, in-8°. Paris, Ch. Béranger.

* *Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble*, paraissant depuis 1890, in-8°. Grenoble.

* *Annales de Géographie*, paraissant depuis 1891, in-8°. Paris, Armand Colin.

* *Annales de l'Institut Océanographique*, paraissant depuis 1909, in-4°. Paris.

Les ouvrages marqués d'un astérisque sont ceux qui figurent, en totalité ou en partie, dans la Bibliothèque de la Science française, à l'Exposition de San Francisco.

LA PALÉOBOTANIQUE

La paléobotanique est assurément l'une des branches les plus jeunes des sciences naturelles : il y a un siècle, et bien que d'assez nombreuses figures de plantes fossiles eussent été déjà publiées, elle était encore inexistante, et toute son histoire, sa naissance et ses développements tiennent dans les quatre-vingt-quinze dernières années. Elle n'a même reçu qu'à une date singulièrement récente le nom sous lequel elle est aujourd'hui communément désignée, ce nom de *Paléobotanique* étant dû au regretté Professeur Lester F. Ward, qui a si judicieusement proposé en 1885 de le substituer aux noms jusqu'alors en usage de *paléontologie végétale*, de *paléophytologie* ou de *botanique fossile.*

Elle est maintenant cultivée par un grand nombre de savants, appartenant aux nationalités les plus diverses, mais la France peut revendiquer, en ce qui la concerne, une place privilégiée : c'est, en effet, un savant français, Adolphe Brongniart, qui en a été le véritable fondateur et qui, de l'avis unanime, mérite le titre de « père de la paléobotanique » (1) ; il a été le premier, en 1822, deux ans après les ébauches de classement tentées par Schlotheim et par Sternberg, à concevoir et à tracer les grandes lignes d'un plan général méthodique de classification des végétaux fossiles, auquel il ne tardait pas à donner, dans son *Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles*, publié en 1828, un développement magistral. L'œuvre grandiose qu'il avait entre-

(1) Lester F. Ward, Sketch of paleobotany (*U.S. Geol. Surv., 5 th. ann. rep.*, p. 372). — A. Schenk, Die fossilen Pflanzenreste, p. 2. — A. C. Seward, Fossil Plants, I, p. 5.

prise, avec son *Histoire des végétaux fossiles*, est malheureusement restée inachevée, mais il avait posé des fondations solides, et c'est sur elles que s'est élevé l'édifice. Aujourd'hui encore, les paléobotanistes trouvent intérêt et profit à se reporter à ce *Prodrome* de 1828, si judicieusement conçu. Mais, absorbé par des occupations multiples, Brongniart ne devait plus, après l'interruption de l'*Histoire des végétaux fossiles*, revenir qu'à de longs intervalles à la paléobotanique ; il faut citer, néanmoins, comme constituant un complément au *Prodrome* de la plus haute valeur, le *Tableau des genres de végétaux fossiles* publié par lui en 1849, et qui renferme des appréciations d'une merveilleuse sagacité, eu égard au peu de documents qu'on possédait alors, sur les affinités réelles de bon nombre de types éteints, parmi les Fougères notamment.

Abstraction faite de ce travail, et de l'importante *Monographie des plantes fossiles du Grès bigarré des Vosges*, publiée en 1844 par SCHIMPER et MOUGEOT, les études de paléobotanique se sont ainsi trouvées chômer en France pendant une période d'une vingtaine d'années ; elles ont repris une vigueur nouvelle à partir de 1860, avec les belles recherches sur la végétation du sud-est de la France à l'époque tertiaire, entreprises par le comte, plus tard marquis, Gaston DE SAPORTA, qui, encouragé et guidé à ses débuts par Brongniart, allait consacrer aux végétaux fossiles, principalement à ceux des périodes tertiaire et secondaire, un labeur ininterrompu de trente-cinq années.

De son côté, Schimper, peu d'années après avoir fait connaître ses observations sur la flore du Carbonifère inférieur du versant oriental des Vosges, allait contribuer puissamment au développement des études relatives à la flore fossile par la publication, commencée en 1869 et terminée en 1874, de son admirable *Traité de paléontologie végétale*, qui a constitué pour les chercheurs de toute nationalité un inappréciable instrument de travail, et leur rend, encore aujourd'hui, de précieux services.

C'est vers cette même époque que M. GRAND'EURY, d'une part, et le regretté Bernard RENAULT, d'autre part, ont

commencé leurs études, l'un sur la flore fossile du bassin houiller de la Loire, l'autre sur les végétaux à structure conservée des environs d'Autun. Tous deux étaient poussés et conseillés par Brongniart, qui, devant l'intérêt des observations faites par eux, revenait lui-même à ses premiers travaux, consacrant, avec la collaboration de Renault, ses dernières années à l'étude anatomique des graines silicifiées des gisements houillers et permiens de Grand'Croix et d'Autun : une découverte intéressante, due à leurs recherches, fut celle de la présence, dans ces graines, au-dessus du nucelle, d'une sorte d'antichambre destinée à recevoir les grains de pollen, la *chambre pollinique*, qui n'avait jamais été observée chez les végétaux vivants, mais qu'ils ne tardaient pas, guidés par les analogies qu'ils constataient, à retrouver dans les ovules des Cycadinées actuelles, faisant ainsi bénéficier la botanique vivante de leurs observations de botanique fossile.

Depuis lors, les chercheurs se sont multipliés en France, et les quarante dernières années ont vu une véritable floraison de travaux relatifs à la paléobotanique, travaux portant sur toutes les périodes géologiques, et dont les principaux sont mentionnés dans la liste bibliographique qui fait suite à cette notice.

Sans entrer dans trop de détails, on en peut résumer les résultats les plus essentiels, en envisageant successivement les observations relatives aux flores des différents âges de l'histoire de notre globe, considérées dans leur ensemble, aux divers types de végétaux qui entrent dans la composition de ces flores, et les applications de diverses natures qui ont été faites des résultats de ces observations.

Au premier point de vue, il faut citer comme étant d'un intérêt capital et ayant la plus grande portée, les recherches de M. Grand'Eury sur la flore du terrain houiller : portant ses investigations d'abord, et avec plus de détails, sur le bassin de la Loire, puis sur les autres bassins houillers de la France et les étendant aux principaux bassins de l'étranger, il a le premier établi avec netteté l'existence, dans le terrain houiller proprement dit, de deux étages suc-

cessifs bien distincts l'un de l'autre par leur flore, étages aujourd'hui désignés sous les noms respectifs de Westphalien et de Stéphanien ; il en a précisé les caractères paléobotaniques et a montré la constance de ceux-ci, à quelques variations de détail près, d'un point à l'autre du globe. Il a fait voir en même temps quelles avaient été, dans chacun de ces étages, les modifications graduelles de la flore et il a fourni ainsi, pour la reconnaissance des niveaux sur lesquels portent les exploitations houillères, des indications dont la valeur a été universellement reconnue et que les chercheurs venus après lui n'ont guère pu que perfectionner dans le détail.

La plupart des bassins de la France ont fait ultérieurement l'objet d'études détaillées semblables à celles de M. Grand'Eury sur le bassin de la Loire, études qui ont fourni des renseignements circonstanciés sur la composition de la flore des bassins de Valenciennes (R. Zeiller), de Commentry (B. Renault et R. Zeiller), d'Épinac et d'Autun (R. Zeiller et B. Renault), du Gard (Grand'Eury), de Brive (R. Zeiller), du Creusot et de Blanzy (R. Zeiller) et, en dernier lieu, du bassin de la Basse-Loire (Bureau) ; dans chaque bassin, les modifications de la flore ont été suivies d'un niveau à l'autre, et les caractères paléobotaniques des principaux faisceaux ont pu être nettement précisés.

Des études du même genre ont été poursuivies à l'étranger, portant sur le bassin d'Héraclée, en Asie Mineure (R. Zeiller), dont les divers faisceaux productifs ont été ainsi reconnus comme s'échelonnant depuis le Carbonifère inférieur jusqu'à l'extrême sommet du Westphalien, et dont la flore renferme quelques types particulièrement intéressants au point de vue paléobotanique.

La flore du bassin de Kousnetzk, en Sibérie, a fait, d'autre part, l'objet d'une revision critique attentive (R. Zeiller), qui a conduit à la reconnaître comme appartenant à l'époque permienne et non à l'époque jurassique, à laquelle elle avait été rapportée par Schmalhausen.

La Chine même a été mise à contribution, et des renseignements intéressants ont été obtenus sur la flore du bassin

houiller du Chansi, et sur celle des gisements houillers du Yunnan méridional, ces derniers renfermant une flore très spéciale qui dénote un niveau plus récent que le Houiller, Permien supérieur ou Trias inférieur probablement (R. Zeiller).

La flore du Trias, que Schimper et Mougeot avaient été les premiers à étudier, a fait dans ces dernières années l'objet d'études nouvelles, de la part de P. FLICHE, qui, entre autres observations intéressantes, y a fait cette constatation inattendue, de la persistance dans le Trias inférieur de certaines des grandes formes arborescentes de Lycopodinées, qu'on croyait éteintes depuis le milieu de l'époque permienne.

La flore jurassique n'avait donné lieu qu'à un petit nombre d'observations assez imparfaites, lorsqu'une étude générale, portant sur tous les gisements français de cette époque renfermant des végétaux fossiles, en a été entreprise par le marquis de Saporta, qui y a consacré vingt années et à qui est due ainsi la connaissance que nous avons aujourd'hui de cette flore ; les auteurs ultérieurs ont, peu à peu, ajouté de nouvelles pierres à l'édifice, et parmi eux doit être cité tout particulièmement M. LIGNIER, à raison des résultats que lui a fournis l'étude des gisements jurassiques à végétaux fossiles de l'ouest de la France ; il y a lieu de mentionner notamment la découverte qu'il a faite, dans certains gisements liasiques, d'étuis médullaires de Cordaïtées, qui attestent la persistance, à cette époque, de cette remarquable classe de plantes, longtemps considérée comme exclusivement propre à la flore paléozoïque.

A raison de la rareté en France des gisements à végétaux fossiles de l'époque crétacée, la flore de cette époque n'a fait l'objet que de peu d'observations, parmi lesquelles celles de P. Fliche, sur la flore infracrétacée et cénomanienne de l'Argonne, tiennent la première place : il y a découvert notamment de nouveaux types génériques de Conifères représentés par leurs strobiles, ainsi que de remarquables fruits de Palmiers reconnaissables pour des fruits de Cocoïnées, qui prouvent l'existence, dès cette époque, de types de cette famille hautement spécialisés.

Hors de France, les gisements jurassiques et crétacés du Portugal ont fourni au marquis de Saporta des renseignements du plus haut intérêt touchant le grand problème de l'apparition des Angiospermes. Alors qu'aux États-Unis les couches infracrétacées avec empreintes de feuilles d'Angiospermes reposent en stratification discordante sur des couches beaucoup plus anciennes, et qu'on pouvait supposer que les Angiospermes étaient là depuis plus ou moins longtemps en possession du sol, au Portugal Saporta a pu suivre, d'un bout à l'autre d'une longue série de dépôts, d'abord jurassiques, puis infracrétacés et crétacés, les modifications de la flore, et constater qu'absentes jusqu'à la fin de l'époque jurassique, les premières Angiospermes n'apparaissent bien réellement qu'au début de l'époque infracrétacée, mais pour se diversifier et se multiplier ensuite avec une rapidité déconcertante. Le problème reste singulièrement obscur, mais il était d'un haut intérêt d'en préciser les données.

Quand à la flore tertiaire, si voisine déjà de la flore actuelle, il serait impossible, sans entrer dans trop de détails, de résumer les observations et les découvertes faites en ce qui la concerne par les paléobotanistes français. Il convient toutefois de rappeler le grand mérite qu'a eu le marquis de Saporta à réagir contre l'idée mise en avant par C. von Ettingshausen et acceptée par beaucoup de savants, de l'existence, à l'époque éocène, d'une flore uniforme, renfermant de nombreux types australiens, disparus depuis lors de nos régions : une étude plus attentive, des comparaisons plus serrées, ont permis à Saporta de donner de ces soi-disant types australiens des interprétations toutes différentes et de reconnaître en eux des formes identiques ou étroitement alliées à celles de notre hémisphère boréal, et dont quelques-unes subsistent encore aujourd'hui sur notre sol. Il a, le premier, su reconnaître la présence, dès l'époque oligocène, sinon même dès l'époque éocène, de types appartenant à la végétation forestière de nos pays, et il a pu préciser les dates auxquelles avaient apparu successivement les principaux types de végétaux arborescents qui peuplent aujourd'hui nos forêts.

Il a laissé de nombreux continuateurs, et grâce aux travaux de l'abbé Boulay, de MM. Laurent, Marty, Fritel et autres, nos connaissances sur la flore tertiaire font, depuis plusieurs années, des progrès incessants, grâce à la rigueur de plus en plus grande qu'ils apportent aux déterminations, à la critique avisée et à la revision judicieuse qu'ils savent faire des travaux de leurs devanciers.

Les progrès réalisés touchant la reconnaissance des affinités réelles des végétaux fossiles avec les végétaux vivants et la place à leur attribuer dans la classification ont été plus importants encore, et il n'est, on peut le dire, pas de groupes de plantes pour lesquels on ne doive aux paléobotanistes français des observations d'un réel intérêt.

Il en est ainsi notamment des Cryptogames cellulaires, malgré le peu de différences de leurs représentants fossiles par rapport aux formes vivantes. Munier-Chalmas a fait, en effet, en ce qui les concerne, une découverte de premier ordre, en établissant que toute une série d'organismes fossiles, comprenant une cinquantaine de types génériques et répartis sur tous les niveaux géologiques, qui avaient été classés jusqu'alors dans le règne animal, comme Polypiers ou Foraminifères, étaient en réalité des Algues incrustantes, de la famille des Siphonées, la plupart appartenant au groupe des Siphonées verticillées, les autres à celui des Siphonées à thalle dichotome, et leur classement comme telles est aujourd'hui classique.

Des types d'Algues nouveaux ont été découverts, d'autre part, par MM. C.-E. Bertrand et B. Renault, qui, en étudiant des bogheads de provenances diverses, ont reconnu ces combustibles comme formés par l'accumulation de petits corps jaunes en forme de sacs à enveloppe pluricellulaire, qu'ils ont considérés comme des Algues et rapprochés du groupe des Cénobiées. Si la place systématique à leur donner demeure encore un peu incertaine, l'interprétation de ces petits corps, un instant contestée par M. le Professeur Jeffrey, est aujourd'hui définitivement confirmée par les études récentes qu'a faites à leur sujet M. Zalessky, comme par les nouvelles préparations tirées par M. C.-E.

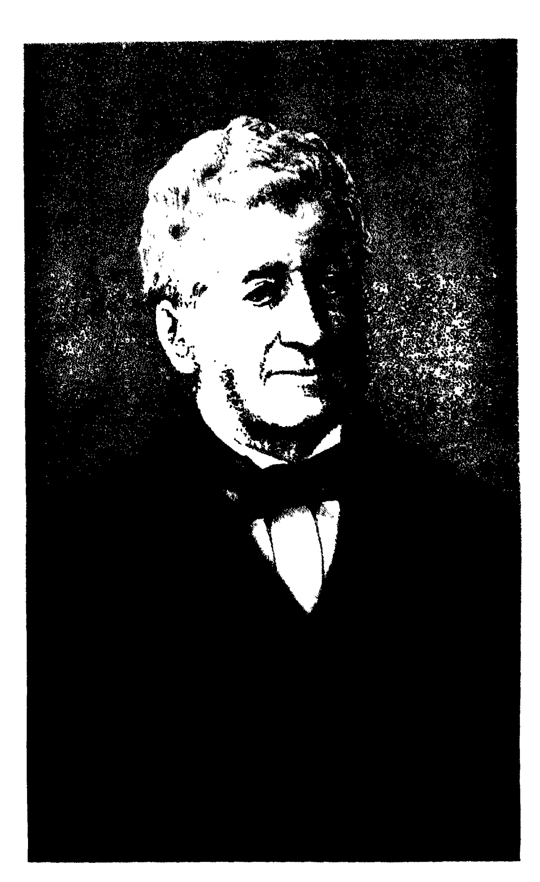
Bertrand d'échantillons à structure particulièrement bien conservée.

Il faut mentionner encore les observations relatives aux Bactériacées fossiles, dues en premier lieu à VAN TIEGHEM, qui avait pu rapporter au *Bacillus amylobacter* les altérations constatées par lui dans les graines silicifiées du bassin houiller de Saint-Étienne ; M. C.-E. Bertrand, mais surtout B. Renault ont fait ultérieurement à leur sujet des recherches approfondies, et si quelques résultats peuvent donner prise au doute, il paraît certain que dans un bon nombre de cas les corps bacilloïdes ou micrococcoïdes qu'ils ont observés sont bien de véritables organismes appartenant réellement aux Bactériacées, dont il est intéressant de constater ainsi la présence dès les temps géologiques les plus anciens.

Quant aux Cryptogames vasculaires, qui ont joué un rôle si important durant la période paléozoïque, nos connaissances à leur égard doivent les progrès les plus marqués aux admirables recherches de B. Renault sur la structure des tiges des Lépidodendrons et des Sigillaires, des Calamariées et Calamodendrées et de leurs épis de fructification, sur les tiges des *Sphenophyllum*. Les discussions mêmes qui ont eu lieu entre Renault et WILLIAMSON sur les Calamodendrées et les Sigillariées et sur la signification du bois secondaire dont ces tiges se montrent pourvues ont, au surplus, contribué pour une bonne part à l'avancement de la science, et c'est à la découverte, faite dans le bassin houiller du nord de la France, d'épis fructificateurs de Sigillaires bien déterminables (R. Zeiller) qu'a été due la reconnaissance définitive de la nature cryptogamique des Sigillaires et la clôture de la discussion.

Mentionnons encore, comme découvertes intéressantes, celle de la ligule, chez les Lépidodendrons, depuis longtemps présumée, mais observée pour la première fois par M. HOVELACQUE, et celle de la constitution réelle de l'appareil fructificateur des *Sphenophyllum* (R. Zeiller).

Pour les Fougères, un bon nombre de types nouveaux de fructification ont été mis en lumière (Grand'Eury, B. Re-



ADOLPHE BRONGNIART (1801-1876)

nault, R. Zeiller), établissant l'existence, à l'époque carbonifère, de types singulièrement différents de ceux que nous connaissons aujourd'hui. Au point de vue anatomique, d'importants progrès ont été faits également, touchant la structure, l'origine et le parcours des faisceaux foliaires chez les Psaroniées (R. Zeiller, F. Pelourde), et surtout concernant le groupe si particulier des Zygoptéridées, étudié en grands détails par M. Paul Bertrand; celui-ci y a reconnu notamment un mode de ramification tout à fait anomal, avec des pennes primaires naissant le long de quatre génératrices du rachis principal, et a pu retrouver ce caractère sur les empreintes de Fougères appartenant à ce groupe.

Un fait à signaler encore a été la reconnaissance des *Vertebraria*, ce type resté si longtemps énigmatique, comme rhizome des *Glossopteris*, et la constatation, chez ces derniers, de deux sortes de feuilles, les unes normales et les autres réduites à des écailles (R. Zeiller).

Les Ptéridospermées, dont la découverte fait si grand honneur à nos amis d'outre-Manche, ont donné lieu à leur tour, de la part des paléobotanistes français, à de très intéressantes observations, principalement par la découverte, due à M. Grand'Eury, de l'un des types les plus remarquables de cette classe, le *Pecopteris Pluckeneti*, où les graines sont simplement fixées sur le bord de pinnules semblables aux pinnules stériles, comme si elles représentaient des sporanges transformés.

M. Grand'Eury, et avec lui MM. Paul Bertrand et Carpentier ont pu, en outre, préciser l'attribution à tels et tels genres établis sur les frondes, de tels et tels types, non seulement de graines, mais aussi d'appareils mâles, et ont ainsi enrichi la science de faits nouveaux d'un haut intérêt.

Mais, parmi les Gymnospermes, le groupe qui doit le plus à la science française est assurément celui des Cordaïtées, dont, avant MM. Grand'Eury et B. Renault, on ne connaissait que les feuilles, souvent classées à tort parmi les Monocotylédones. Ils ont réussi à les étudier dans toutes leurs parties, tiges, racines, feuilles et appareils reproduc-

teurs, et les caractères anatomiques aussi bien que les caractères morphologiques externes de ces plantes nous sont aujourd'hui, grâce à eux, aussi parfaitement connus que s'il s'agissait de plantes vivantes.

Il convient de mentionner également, à côté des Cordaïtées, la découverte, par MM. B. Renault et C.-E. Bertrand, d'un type encore imparfaitement connu, mais qui semble devoir être rapproché d'elles, celui des Poroxylées.

Enfin, sans vouloir entrer dans plus de détails, il faut citer, touchant les Cycadophytes, les belles études de M. Lignier sur le *Bennettites Morierei*, qui ont précisé sur des points importants nos connaissances relatives à la structure de l'appareil femelle des Bennettitales.

Comme applications des observations paléobotaniques, je citerai tout d'abord celles qui ont trait aux conditions climatériques et les très intéressantes conclusions que G. de Saporta et, après lui, MM. Laurent et Marty ont pu tirer de leurs études concernant le climat du sud-est ou du centre de la France durant les phases successives de l'époque tertiaire. C'est également la discussion des observations sur la flore qui a permis d'affirmer l'existence, vers la fin de la période paléozoïque, de deux grandes provinces botaniques bien distinctes, l'une occupant l'hémisphère boréal et empiétant sur l'hémisphère austral, peuplée par notre flore houillère de type normal, l'autre occupant le reste de l'hémisphère austral, peuplée par la flore à *Glossopteris*. Sur certains points, dans le sud du Brésil par exemple, des points de contact entre l'une et l'autre ont été mis en évidence par le mélange des deux flores (R. Zeiller); mais la végétation n'a pas tardé à redevenir complètement uniforme, la présence de *Glossopteris* noyés, dans le Rhétien du Tonkin et de la Chine, au milieu d'une flore essentiellement composée de types de la flore contemporaine de l'Europe, rappelant seule l'ancien état de choses (R. Zeiller).

Dans un ordre d'idées différent, les observations paléobotaniques ont été appliquées à l'étude de la constitution des charbons, et les sagaces recherches de M. C.-E. Ber-

trand lui ont permis de distinguer différents types, tels que charbons gélosiques, charbons humiques, charbons de purins, au sujet desquels il est impossible d'entrer ici dans plus de détails.

Le mode même de formation des couches de charbon a fait, de la part de M. Grand'Eury, l'objet de recherches poursuivies par lui pendant de longues années, et qui lui ont fourni, sur la constitution des marécages houillers et de la flore qui les peuplait, ainsi que sur l'allure et le mode de végétation des différents types dont elle était composée, les renseignements les plus intéressants, mais dont il vient seulement de commencer la publication.

On ne saurait enfin, passer sous silence les applications industrielles qui ont été faites en France de la paléobotanique pour la recherche des couches de houille et la reconnaissance des faisceaux houillers déplacés par des accidents. C'est ainsi qu'à la Grand'Combe, dans le Gard, l'étude de la flore des faisceaux de charbon situés de part et d'autre d'un grand accident, sur le sens duquel on était resté indécis, a permis de préciser l'âge relatif desdits faisceaux, et d'indiquer la place à donner à un sondage en vue de la recherche en profondeur, au mur de l'accident en question, du faisceau ainsi reconnu pour le plus ancien. Après diverses péripéties qu'il serait inutile de rappeler, ce sondage a abouti en effet à la découverte, vers 750 mètres et 775 mètres de profondeur, de deux couches de charbon, respectivement épaisses de 5 mètres et de 10 mètres, qui constituent de précieuses réserves pour l'avenir (R. Zeiller, Grand'Eury). De même, dans l'Allier, les études de M. Grand'Eury sur la flore ont fait retrouver à la Bouble le prolongement, vainement cherché jusqu'alors, de la grande couche de Saint-Éloy.

De même, encore, en Meurthe-et-Moselle, l'étude de la flore des différents sondages entrepris pour la recherche du prolongement du bassin de la Sarre (R. Zeiller) a permis de fixer le niveau des couches atteintes, et a fourni sur leur allure générale de très utiles renseignements.

La France est ainsi l'un des pays où les indications four-

nies par la paléobotanique ont été le mieux utilisées au profit de l'exploitation des mines.

R. ZEILLER.

BIBLIOGRAPHIE

Ad. BRONGNIART. — *Sur la classification et la distribution des végétaux fossiles.* M. M., VIII (1), in-4°. Paris, 1822.

— *Observations sur les végétaux fossiles renfermés dans les grès de Hœr en Scanie.* A. Sc. N. (1°), IV, in-8°. Paris, 1825.

— *Prodrome d'une Histoire des végétaux fossiles* (dans le vol. LVII du Dict. des Sc. nat.), in-8°. Strasbourg et Paris, 1828.

— *Histoire des végétaux fossiles ou Recherches botaniques et géologiques sur les végétaux renfermés dans les diverses couches du globe,* in-4°. Paris et Amsterdam, 1828-1838.

— *Observations sur la structure intérieure du Sigillaria elegans comparée à celle des Lepidodendron et des Stigmaria et à celle des végétaux vivants.* Archives du Muséum, I, in-4°. Paris, 1839.

W.-P. SCHIMPER et A. MOUGEOT. — *Monographie des plantes fossiles du Grès bigarré de la chaîne des Vosges,* in-4°. Strasbourg, 1844.

Ad. BRONGNIART. — *Tableau des genres de végétaux fossiles considérés dans le point de vue de leur classification botanique et de leur distribution géologique* (dans le tome XIII du Dict. univ. d'Hist. nat. d'Arago), in-8°. Paris, 1849.

(1) Abréviations employées pour désigner les principaux périodiques cités : A. M. : *Annales des Mines*. A. M. H. N. de Marseille : *Annales du Muséum d'Histoire naturelle de Marseille*. Ar. M. H. N. de Lyon : *Archives du Musée d'Histoire naturelle de Lyon*. A. S. G. du Nord : *Annales de la Société géologique du Nord de la France*. A. Sc. N. : *Annales des Sciences naturelles*. B. S. C. G. : *Bulletin du Service de la Carte géologique de France*. B. S. G. : *Bulletin de la Société géologique de France*. B. S. H. N. Autun : *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Autun*. B. S. I. M. : *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*. B. S. Sc. de Nancy : *Bulletin de la Société des Sciences de Nancy*. C. R. : *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*. G. M. : *Etudes des gîtes minéraux de la France et des Colonies*. M. M. : *Mémoires du Muséum d'Histoire naturelle*. M. S. G. : *Mémoires de la Société géologique de France*. M. S. L. : *Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie*. N. A. M. : *Nouvelles Archives du Muséum*. R. G. B. : *Revue générale de Botanique*.

G. DE SAPORTA. — *Examen analytique des flores tertiaires de Provence* (ajouté à la traduction française, par Ch.-Th. Gaudin, des *Untersuchungen über Klima und Vegetation, etc.*, de O. Heer), in-fol. Genève et Paris, 1861.

W.-P. SCHIMPER. — *Les Végétaux fossiles du terrain de transition des Vosges* (dans J. Kœchlin-Schlumberger et Schimper, le terrain de transition des Vosges), in-4°. Strasbourg, 1862.

G. DE SAPORTA. — *Etudes sur la végétation du sud-est de la France à l'époque tertiaire*, 1re partie, A. Sc. N. Bot. (4°), XVI, XVII, XIX; 2e partie, A. Sc. N. Bot. (5°), III, IV; 2 vol. in-8°. Paris, 1862-1865.

— *Notice sur les plantes fossiles de Coumi et d'Oropo, in* Animaux fossiles et géologie de l'Attique, par A. Gaudry, gr. in-4°. Paris, Savy, 1864-1865.

— *Sur la flore des tufs quaternaires en Provence*. Congrès scient. Fr., 33e section, I, in-8°. Aix, 1867.

— *Etudes sur la végétation du sud-est de la France à l'époque tertiaire*, 3e partie, A. Sc. N. Bot. (5°), VIII, IX, in-4°. Paris, 1867-1868.

— *Prodrome d'une flore fossile des travertins anciens de Sézanne*. M. S. G. Fr. (2°), VIII, in-4°. Paris, Savy, 1868.

B. RENAULT. — *Etude de quelques végétaux silicifiés des environs d'Autun*. A. Sc. N. (5°) Bot., XII, in-8°. Paris, 1869.

W.-P. SCHIMPER. — *Traité de Paléontologie végétale ou la Flore du monde primitif dans ses rapports avec les formations géologiques et la flore du monde actuel*, 3 vol. in-8° et atlas gr. in-4°. Paris, Baillière, 1869-1874.

G. DE SAPORTA. — *Etudes sur la végétation du sud-est de la France à l'époque tertiaire*. Suppl. I. Révision de la flore des gypses d'Aix. A. Sc. N. (5°) Bot., XV, XVII, XVIII, in-8°. Paris, Masson, 1872-1874.

— *Plantes jurassiques*, dans la *Paléontologie française*, 4 vol. in-8°. Paris, Masson, 1872-1891.

B. RENAULT. — *Recherches sur l'organisation des Sphenophyllum et des Annularia*. A. Sc. N. (5°) Bot., XVIII, in-8°. Paris, 1873.

G. DE SAPORTA. — **Examen critique d'une collection de plantes fossiles de Koumi* (*Eubée*). Ann. Scient. Éc. norm. supér. (2°), II, in-4°. Paris, 1873.

— *Notice sur les plantes fossiles du niveau des lits à poissons de Cerin, in* Description des poissons fossiles provenant des gisements coralliens du Jura dans le Bugey, par feu V. Thiollière, 2e livr., in-8°. Lyon et Paris, 1873.

G. de Saporta et A.-F. Marion. — *Essai sur l'état de la végétation à l'époque des marnes heersiennes de Gelinden.* Mém. cour. et Mém. des savants étrangers de l'Ac. de Belgique, XXXVII, in-4°. Bruxelles, 1873.

N. Boulay. — *Le Terrain houiller du nord de la France et ses végétaux fossiles*, in-4°. Lille et Paris, 1876.

B. Renault. — *Recherches sur la fructification de quelques végétaux provenant des gisements silicifiés d'Autun et de Saint-Étienne.* A. Sc. Nat. (6°) Bot., III, in-8°. Paris, 1876.

B. Renault et C. Grand'Eury. — *Recherches sur les végétaux silicifiés d'Autun.* I. *Étude du Sigillaria spinulosa.* Mém. présentés par divers savants à l'Ac. des Sciences, XXII, in-4°. Paris, Baillière, 1876.

B. Renault. — *Recherches sur les végétaux silicifiés d'Autun.* II. *Étude du genre Myelopteris.* Ibid. Paris, Baillière, 1876.

G. de Saporta et A.-F. Marion. — *Recherches sur les végétaux fossiles de Meximieux.* Ar. M. H. N. de Lyon, I, gr. in-4°. Lyon, Genève, Bâle, 1876.

C. Grand'Eury. — *Flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France.* Mém. présentés par divers savants à l'Ac. des Sciences, XXIV, in-4° et atlas. Paris, Baudry, 1877.

Munier-Chalmas. — *Observations sur les Algues calcaires appartenant au groupe des Siphonées verticillées et confondues avec les Foraminifères.* C. R., LXXXV, in-4°. Paris, 1877.

L. Crié. — *Recherches sur la végétation de l'ouest de la France à l'époque tertiaire.* Ann. Sc. Géol., IX, in-8°. Paris, Masson, 1877.

B. Renault. — *Recherches sur la structure et les affinités botaniques des végétaux silicifiés recueillis aux environs d'Autun et de Saint-Etienne*, in-8°. Autun, Dejussieu, 1878.

G. de Saporta et A.-F. Marion. — *Révision de la flore heersienne de Gelinden, d'après une collection appartenant au comte G. de Looz.* Mém. cour. et Mém. des savants étrangers de l'Ac. de Belgique, XLI, in-4°. Bruxelles, 1878.

R. Zeiller. — *Végétaux fossiles du terrain houiller de la France.* Expl. de la carte géol. de France, t. IV, 2e partie. Paris, Baillière, 1878.

MUNIER-CHALMAS. — *Observations sur les Algues calcaires confondues avec les Foraminifères et appartenant au groupe des Siphonées dichotomes*. B. S. G. Fr. (3°), VII, in-8°. Paris, 1879.

B. RENAULT. — *Structure comparée de quelques tiges de la flore carbonifère*. N. A. M. (2°), II, in-4°. Paris, Masson, 1879.

VAN TIEGHEM. — *Sur le ferment butyrique* (Bacillus Amylobacter) *à l'époque de la houille*. C. R., LXXXIX, in-4°. Paris, 1879.

G. DE SAPORTA. — *Le Monde des plantes avant l'apparition de l'homme*, in-8°. Paris, Masson, 1879.

Ad. BRONGNIART. — *Recherches sur les graines fossiles silicifiées*, précédées d'une notice par J.-B. Dumas, gr. in-4°. Paris, Masson, 1881.

B. RENAULT. — *Cours de Botanique fossile fait au Muséum d'Histoire naturelle*, 1re année, in-8°. Paris, Masson, 1881.

G. DE SAPORTA et A.-F. MARION. — *L'Évolution du règne végétal*. I. *Les Cryptogames;* II. *Les Phanérogames;* 3 vol. in-8°. Paris, Baillière, 1881-1885.

B. RENAULT. — *Cours de Botanique fossile fait au Muséum d'Histoire naturelle*, 2e année, in-8°. Paris, Masson, 1882.
— *Étude sur les Stigmaria, rhizomes et racines de Sigillaires*. Ann. Sc. Géol., XII, in-8°. Paris, 1882.

G. DE SAPORTA. — **A propos des Algues fossiles*, gr. in-4°. Paris, Masson, 1882.

R. ZEILLER. — *Observations sur quelques cuticules fossiles*. A. Sc. N. (6°) Bot., XIII, in-8°. Paris, 1882.
— *Examen de la flore fossile des couches de charbon du Tong-King*. A. M. (8°), II, in-8°. Paris, 1882.

B. RENAULT. — **Cours de Botanique fossile fait au Muséum d'Histoire naturelle*, 3e année, Fougères, in-8°. Paris, Masson, 1883.

R. ZEILLER. — *Fructifications de Fougères du terrain houiller*. A. Sc. N. (6°) Bot., XVI, in-8°. Paris, 1883.

G. DE SAPORTA. — **Les Organismes problématiques des anciennes mers*, gr. in-4°. Paris, Masson, 1884.

R. ZEILLER. — *Cônes de fructification de Sigillaires*. A. Sc. N. (6°) Bot., XIX, in-8°. Paris, 1884.

B. Renault. — **Cours de Botanique fossile fait au Muséum d'Histoire naturelle*, 4e année, Conifères, Gnétacées, in-8°. Paris, Masson, 1885.

R. Zeiller. — *Bassin houiller de Valenciennes. Description de la flore fossile*. G. M., in-4° et atlas. Paris, Quantin, 1886-1888.

C.-E. Bertrand et B. Renault. — *Recherches sur les Poroxylon, Gymnospermes fossiles des terrains houillers supérieurs*. Arch. Bot. du nord de la France, mém. 2, in-8°. Lille, 1887.

R. Zeiller. — *Revue annuelle des travaux de Paléontologie végétale* (1886-1893). *In* Ann. géol. univ., t. III-X. Paris, 1887-1895.

E. Bureau. — *Études sur la flore fossile du calcaire grossier parisien*. Mém. publ. par la Soc. philomath. à l'occasion du centenaire de sa fondation, in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1888.

B. Renault. — *Les Plantes fossiles*, in-16. Paris, Baillière, 1888.
— *Notice sur les Sigillaires*, in-8°. Autun, 1888.

B. Renault et R. Zeiller. — *Études sur le terrain houiller de Commentry*. Livre II, *Flore fossile*, 3 parties, in-8°, atlas in-fol. Saint-Étienne, 1888-1891.

G. de Saporta. — **Origine paléontologique des arbres cultivés ou utilisés par l'homme*, in-16. Paris, Baillière, 1888.

C.-E. Bertrand et B. Renault. — *Les Poroxylons*. B. S. H. N. Autun, II, in-8°. Autun, 1889.

N. Boulay. — *Flore pliocène des environs de Théziers (Gard)*, in-8°. Klincksieck, 1889.

J. Brun et J. Tempère. — *Diatomées fossiles du Japon. Espèces marines et nouvelles des calcaires argileux du Sendaï et de Yedo*. Mém. Soc. phys. et Hist. nat. de Genève, XXX, in-4°. Genève, 1889.

G. de Saporta. — *Dernières adjonctions à la flore fossile d'Aix-en-Provence, précédées de Notions stratigraphiques et paléontologiques appliquées à l'étude du gisement des plantes fossiles d'Aix-en-Provence*. Ann. Sc. Géolog., XX; Ann. Sc. Nat. (7°) Bot., VII, X, in-8°. Paris, Masson, 1889.
— *Revue des travaux de paléontologie végétale parus en 1888 ou dans le cours des années précédentes*. R. G. B., I et II, in-8°. Paris, 1889-1890.

R. Zeiller. — **Bassin houiller et permien d'Autun et d'Epinac. Flore fossile*, 1re partie. G. M., in-4° et atlas. Paris, Baudry, 1890.

C.-E. BERTRAND. — *Remarques sur le Lepidodendron Hartcourtii de Witham.* Travaux et mém. des Facultés de Lille, II, mém. 6, in-8°. Lille, 1891.

N. BOULAY. — *La Flore pliocène de la vallée du Rhône*, in-8°. Lille, 1891.

C. GRAND'EURY. — *Géologie et Paléontologie du bassin houiller du Gard*, in-4° et atlas in-fol. Paris et Saint-Étienne, 1891.

B. RENAULT. — *Note sur la famille des Botryoptéridées.* B. S. H. N. Autun, IV, in-8°. Autun, 1891.

C.-E. BERTRAND et B. RENAULT. — *Pila bibractensis et le Bogheud d'Autun.* B. S. H. N. Autun, V, in-8°. Autun, Dejussieu, 1892.

N. BOULAY. — *Flore pliocène du Mont-Dore*, in-4°. Paris, Savy, 1892.

M. HOVELACQUE. — *Recherches sur le Lepidodendron selaginoides Sternb.* M. S. L. de Normandie, XVII, in-4°. Caen, 1892.

St. MEUNIER. — *Les bilobites jurassiques des environs de Boulogne-sur-Mer.* Mém. Soc. Acad. Boulogne-sur-Mer, XV, 1892.

G. DE SAPORTA. — *Recherches sur la végétation du niveau aquitanien de Manosque.* M. S. G. Paléont., mém. n° 9, in-4°. Paris, Baudry, 1892.

R. ZEILLER. — **Bassin houiller et permien de Brive. Études sur la flore fossile des dépôts houillers et permiens des environs de Brive.* G. M., in-4° et atlas. Paris, Imprimerie Nationale, 1892.

M. BOULE. — **Description géologique du Velay*, in-8°. Paris, Baudry, 1892.

B. RENAULT. — *Bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac. Flore fossile*, 2e partie. G. M., in-4° et atlas. Paris, Imprimerie Nationale, 1893-1896.

R. ZEILLER. — *Étude sur la constitution de l'appareil fructificateur des Sphenophyllum.* M. S. G. Paléont., IV, mém. 11, in-4°. Paris, Baudry, 1893.

G. DE SAPORTA. — *Revue des travaux de paléontologie végétale parus en France dans le cours des années 1889-1892.* R. G. B., V, in-8°. Paris, 1893.

C.-E. BERTRAND et B. RENAULT. — *Reinschia australis et Premières remarques sur le Kerosene Shale de la Nouvelle-Galles du Sud.* B. S. H. N. Autun, VI, in-8°. Autun, Dejussieu, 1894.

O. LIGNIER. — *Végétaux fossiles de Normandie. Structure et affinités du Bennettites Morieri Sap. et Mar.* M. S. L. de N., XVIII, in-4°. Caen, 1894.

G. DE SAPORTA. — *Etude monographique sur les Rhizocaulon.* R. G. B., VI, in-8°. Paris, 1894.

— *Flore fossile du Portugal. Nouvelles contributions à la flore mésozoïque.* Mém. pub. par la Direction des travaux géologiques du Portugal, in-4°. Lisbonne, 1894.

R. ZEILLER. — *Notes sur la flore des couches permiennes de Trienbach* (*Alsace*). B. S. G., XXII, in-8°. Paris, 1894.

O. LIGNIER. — *Végétaux fossiles de Normandie.* II. *Contributions à la flore liasique de Sainte-Honorine-la-Guillaume* (*Orne*). M. S. L. de Normandie, XVIII, in-4°. Caen, 1895.

B. RENAULT. — *Sur quelques Bactéries des temps primaires.* B. S. H. N. Autun, VII, in-8°. Autun, Dejussieu, 1895.

C.-E. BERTRAND. — *Nouvelles remarques sur le Kerosene Shale de la Nouvelle-Galles du Sud.* B. S. H. N. Autun, IX, in-8°. Autun, Dejussieu, 1896.

P. FLICHE. — *Études sur la flore fossile de l'Argonne* (*Albien-Cénomanien*). B. S. Sc. de Nancy (2°), XIV, in-8°. Nancy, Berger-Levrault, 1896.

B. RENAULT. — *Recherches sur les Bactériacées fossiles.* A. Sc. N. (8°) Bot., II, in-8°. Paris, 1896.

R. ZEILLER. — *Note sur la flore fossile des gisements houillers de Rio Grande do Sul* (*Brésil méridional*). B. S. G. (3°), XXIII, in-8°. Paris, 1896.

— *Étude sur quelques plantes fossiles, en particulier Vertebraria et Glossopteris, des environs de Johannesburg* (*Transvaal*). B. S. G. (3°), XXIV, in-8°. Paris, 1896.

— *Revue des travaux de Paléontologie végétale.* Ouvrages publiés dans le cours des années 1893-1906. R. G. B., IX, X, XIV, XV, XX, XXI, in-8°. Paris, 1897-1898, 1902-1903, 1908-1909.

C.-E. BERTRAND. — *Les Charbons humiques et les charbons de purins.* Trav. et Mém. de l'Univ. de Lille, VI, mém. 21, in-8°. Lille, 1898.

R. ZEILLER. — *Contribution à l'étude de la flore ptéridologique des schistes permiens de Lodève.* Bull. Mus. de Marseille, I, fasc. 2, in-4°. Marseille, 1898.

C.-E. BERTRAND. — *Description d'un échantillon de charbon papyracé ou Papierkohle trouvé à Prisches en 1859*. A. S. G. du Nord, XXVIII, in-4°. Lille, 1899.

N. BOULAY. — *Flore fossile de Gergovie (Puy-de-Dôme)*. Ann. Soc. Sc. de Bruxelles, XXIII, in-8°. Bruxelles et Paris, Klincksieck, 1899.

L. LAURENT. — *Flore des calcaires de Célas*. A. M. H. N. de Marseille, in-4°. Marseille, 1899.

R. ZEILLER. — * *Étude sur la flore fossile du bassin houiller d'Héraclée (Asie Mineure)*. M. S. G. Paléont., VIII, IX, mém. n° 21, in-4°. Paris, Carré et Naud, 1899.

B. RENAULT. — *Sur quelques microorganismes des combustibles fossiles*. B. S. I. M., XIII, in-8°. Saint-Étienne, 1900.

R. ZEILLER. — * *Éléments de Paléobotanique*, in-8°. Paris, Carré et Naud, 1900.

M. LANGERON. — *Contributions à l'étude de la flore fossile de Sézanne*. B. S. H. N. Autun, XII, XV, in-8°. Autun, Dejussieu, 1900-1902.

C. GRAND'EURY. — *Du bassin de la Loire : sur les tiges debout et souches enracinées, les forêts et sous-sols de végétation fossiles, et sur le mode et le mécanisme de formation des couches de houille de ce bassin*. Congr. géol. int., C. R. de la 8e session, in-8°. Paris, 1901.

O. LIGNIER. — *Végétaux fossiles de Normandie*. III. *Étude anatomique du Cycadeoidea micromyela Mor*. M. S. L. de Normandie, XX, in-8°. Caen, 1901.

A. VAFFIER. — *Étude géologique et paléontologique du Carbonifère inférieur du Mâconnais*. Ann. de l'Univ. de Lyon, nouv. série, I, fasc. 7, in-8°. Paris, Baillière, et Lyon, Rey, 1901.

L. LAURENT. — *Contribution à l'étude de la végétation du sud-est de la France. Flore de la basse vallée de l'Huveaune pendant le dépôt des argiles de Marseille*. Ann. F. des Sc. de Marseille, XII, fasc. 3, in-4°. Marseille, Ruat, 1902.

HÉRIBAUD-JOSEPH. — *Les Diatomées fossiles d'Auvergne*, in-8°. Clermont-Ferrand et Paris, 1902. — Second mémoire, in-8°. Clermont-Ferrand et Paris, 1903. — Troisième mémoire, in-8°. Paris, 1908.

R. ZEILLER. — *Nouvelles observations sur la flore fossile du bassin de Kousnetzk (Sibérie)*. C. R., CXXXIV. Paris, 1902.

— *Observations sur quelques plantes fossiles des Lower Gondwanas*. Mem. geol. Surv. India, Palæont. Indica, new ser., II, n° 1, in-4°. Calcutta, 1902.

— **Flore fossile des gîtes de charbon du Tonkin*. G. M., in-4°. Paris, Béranger, 1902-1903.

C.-E. BERTRAND. — *Les Coprolithes de Bernissart*. 1re partie. *Les coprolithes qui ont été attribués aux Iguanodons*. Mém. Mus. roy. d'Hist. nat. de Belgique, I, gr. in-4°. Bruxelles, 1903.

P.-H. FRITEL. — **Paléobotanique (Plantes fossiles)*. Hist. nat. de la France, 24e *bis* partie, in-8°. Paris, Deyrolle fils, 1903.

P. MARTY. — *Flore miocène de Joursac (Cantal)*. Revue de la Haute-Auvergne, in-8°. Aurillac et Paris, Baillière, 1903.

L. LAURENT. — *Contribution à la flore des Cinérites du Cantal. Note à propos d'un nouveau genre japonais dans la flore tertiaire d'Europe*. Ann. Fac. de Marseille, XIV, in-4°. Marseille, Barlatier, 1904.

C. GRAND'EURY. — *Sur les graines des Névroptéridées*. C. R., CXXXIX, in-4°. Paris, 1904.

P. FLICHE et R. ZEILLER. — *Note sur une florule portlandienne des environs de Boulogne-sur-Mer*. B. S. G. (4°), IV, in-8°. Paris. 1905.

C. GRAND'EURY. — *Sur les graines trouvées attachées au Pecopteris Pluckeneti Schlot*. C. R., CXL, in-4°. Paris, 1905.

— *Sur les Rhabdocarpus, les graines et l'évolution des Cordaïtées*. C. R. CXL, in-4°. Paris, 1905.

— *Sur les graines des Sphenopteris, sur l'attribution des Codonospermum et sur l'extrême variété des « graines de fougères »*. C. R., CXLI, in-4°. Paris, 1905.

L. LAURENT. — *Flore pliocène des Cinérites du Pas-de-la-Mougudo et de Saint-Vincent-la-Sabie (Cantal)*. A. M. H. N. de Marseille, IX, in-4°. Marseille, 1905.

P. MARTY. — *Végétaux fossiles des Cinérites pliocènes de Las Clausades (Cantal)*. Revue de la Haute-Auvergne, in-8°. Aurillac, 1905.

R. ZEILLER. — **Études sur la flore fossile du bassin houiller et permien de Blanzy et du Creusot*. G. M., in-4°. Paris, Béranger, 1906.

P. Bertrand. — *Étude du stipe de l'Adelophyton Jutieri (B. Renault)*. Mém. Soc. des Sc. de Lille, in-8°. Lille, 1907.

P. Marty. — *Études sur les végétaux fossiles du Trieu de Leval (Hainaut), avec une note préliminaire sur la résine fossile de ce gisement par le Dr M. Langeron*. Mém. Mus. Hist. Nat. de Belgique, V, in-4°. Bruxelles, 1907.

M. Boule. — *Sur l'existence d'une faune et d'une flore permiennes à Madagascar*. C. R., CXLVI, in-4°. Paris, 1908.

O. Lignier. — *Végétaux fossiles de Normandie. V. Nouvelles recherches sur le Propalmophyllum liasinum*. M. S. L. de Normandie, XXIII, in-4°. Caen, 1908.

R. Viguier. — *Recherches sur le genre Sezannella*. R. G. B., XX, in-8°. Paris, 1908.

C.-E. Bertrand. — *Sur le genre Compsotesta de Brongniart, graine fossile du terrain stéphanien*. Ann. Jard. Bot. de Buitenzorg (2°), suppl. 3, in-8°. 1909.

P. Bertrand. — *Étude sur la Fronde des Zygoptéridées*, in-8°. Lille, 1909.

L. Laurent. — *Flore plaisancienne des argiles cinéritiques de Niac (Cantal)*. A. M. H. N. de Marseille, XII, in-4°. Marseille, 1909.

C. Grand'Eury. — *Recherches sur les Ptéridospermes, Fougères à graines du terrain houiller*. B. S. Sc. de Nancy, in-8°. Nancy, 1909.

F. Pelourde. — *Recherches comparatives sur la structure des Fougères fossiles et vivantes*. A. Sc. N. (9°) Bot., X. Paris, 1909.

Fritel. — *Revision de la flore fossile des grès yprésiens du bassin de Paris*. Journ. de Bot., XXII; 2e sér., II, in-8°. Paris, 1910.

P. Fliche. — **Flore fossile du Trias en Lorraine et Franche-Comté, avec des considérations finales par R. Zeiller*. B. S. Sc. de Nancy (3°), in-8°. Nancy, 1910.

P.-H. Fritel. — *Étude sur les végétaux fossiles de l'étage sparnacien du bassin de Paris*. M. S. G. Paléont., XVI, mém. 40, in-4°. Paris, 1910.

M. Langeron. — *Végétaux fossiles du Travertin de Passignac (Charente)*. B. S. H. N. Autun, XXII, in-8°. Autun, 1910.
— **Recueil de mémoires de Paléobotanique*, in-8°. Autun.

A. Lauby. — *Recherches paléophytologiques dans le Massif Central*. B. S. C. G., XX, in-8°. Paris, 1910.

O. Lignier. — *Végétaux fossiles de Normandie*. VI. *Flore jurassique de Mamers* (*Sarthe*). M. S. L. de Normandie, XXIV, in-4°. Caen, 1910.

C.-E. Bertrand. — *Le Bourgeon femelle des Cordaïtes d'après les préparations de B. Renault*. B. S. Sc. de Nancy, in-8°. Nancy, 1911.

P. Bertrand. — *Structure des stipes d'Asterochlæna laxa Stenzel*. M. S. G. du Nord, VII, mém. 1, in-4°. Lille, 1911.

E. Bureau. — *Sur la flore dévonienne du bassin de la Basse-Loire*. Bull. Soc. Nat. de l'Ouest de la France (3°), I, in-8°. Nantes, 1911.

A. Carpentier. — *Sur quelques fructifications et inflorescences du Westphalien du nord de la France*. R. G. B., XXIII, in-8°. Paris, 1911.

G.-B.-M. Flamand. — *Recherches géologiques et géographiques sur le Haut pays de l'Oranie et sur le Sahara* (*Algérie et Territoires du Sud*), in-4°. Lyon, Rey, 1911.

F. Pelourde. — *Remarques à propos de quelques Fougères mésozoïques*. A. Sc. N. (9°) Bot., XIV, in-8°. Paris, 1911.

R. Zeiller. — *Sur une flore triasique découverte à Madagascar par M. Perrier de la Bathie*. C. R., CLIII, in-4°. Paris, 1911.
— *Étude sur le Lepidostrobus Brownii* (*Unger*) *Schimper*. Mém. Ac. Sc., LII, in-4°. Paris, 1911.

P. Bertrand. — *Nouvelles remarques sur la fronde des Zygoptéridées*. B. S. H. N. Autun, XXV, in-8°. Autun, 1912.
— *L'Étude anatomique des Fougères anciennes et les problèmes qu'elle soulève*. Progres. rei Bot., IV, in-8°. 1912.

A. Carpentier. — *Note sur un Végétal à structure conservée du bassin houiller de Valenciennes*. A. S. G. du Nord, XLI, in-8°. Lille, 1912.

G. Depape. — *Note sur quelques Chênes miocènes et pliocènes de la vallée du Rhône*. R. G. B., XXIV, in-8°. Paris, 1912.

L. Laurent. — *Flore fossile des schistes de Menat* (*Puy-de-Dôme*). A. M. H. N. de Marseille, XIV, in-4°. Marseille, 1912.

A. Carpentier. — *Contribution à l'étude du Carbonifère du nord de la France*. M. S. G. du Nord, VII. Lille, 1913.

C. Grand'Eury. — *Recherches géo-botaniques sur les forêts et sols fossiles et sur la végétation et la flore houillères* (en 2 parties), in-4°. (En cours de publication.) Paris, Béranger, et Liége, 1913.

O. LIGNIER. — *Végétaux fossiles de Normandie. VII. Contribution à la Flore jurassique.* M. S. L. de Normandie, XXIV, in-4°. Caen, 1913.

F. PELOURDE. — * *Paléontologie végétale. Cryptogames cellulaires et Cryptogames vasculaires.* Préface de R. Zeiller, in-18. Paris, Doin, 1913.

P. BERTRAND. — *Relations des empreintes de Corynepteris avec les Zygopteris à structure conservée.* C. R., CLVIII, in-4°. Paris, 1914.

— *Les Fructifications de Névroptéridées recueillies dans le terrain houiller du nord de la France.* A. S. G. du Nord, XLII, in-8°. Lille, 1914.

E. BUREAU. — * *Bassin de la Basse-Loire. Description des Flores fossiles.* G. M., in-4°. Paris, 1914.

P.-H. FRITEL. — * *Remarques sur quelques espèces fossiles du genre Magnolia.* B. S. G. (4°), XIII, in-8°. Paris, 1914.

— * *Note sur les Aralias des flores crétaciques de l'Amérique du Nord et du Groënland.* B. S. G. (4°), XIV, in-8°. Paris, 1914.

R. ZEILLER. — *Sur quelques plantes wealdiennes recueillies au Pérou par M. le Capitaine Berthon.* R. G. B., XXV *bis*, in-8°. Paris, 1914.

PÉRIODIQUES

Mémoires du Muséum d'Histoire naturelle, 1815-1832, in-4°. Paris.

* *Annales des Mines*, paraissent depuis 1816, in-8°. Paris, Dunod.

Annales des Sciences naturelles, paraissent depuis 1824, in-8°. Paris, Masson.

Mémoires de l'Académie des Sciences (Recueil des savants étrangers à l'Académie), paraissent depuis 1827, in-4°. Paris, Gauthier-Villars.

* *Bulletin de la Société géologique de France*, paraît depuis 1830, in-4°. Paris.

* *Mémoires de la Société géologique de France*, paraissent depuis 1833, in-4°. Paris, Masson.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, paraissent depuis 1835, in-4°. Paris, Gauthier-Villars.

Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie, paraissent depuis 1855, in-8°. Caen.

**Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, paraissent depuis 1864, in-4°. Paris, Gauthier-Villars.

**Nouvelles Archives du Muséum*, paraissent depuis 1855, in-4°. Paris, Masson.

Annales des Sciences géologiques, 1869-1891, in-4°. Paris, Masson.

Annales de la Société géologique du nord de la France, paraissent depuis 1870, in-8°. Lille.

Archives du Musée d'histoire naturelle de Lyon, paraît depuis 1872, in-4°. Lyon.

**Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique de la France*, paraît depuis 1879, in-4°. Paris.

**Annales du Muséum d'histoire naturelle de Marseille*, paraît depuis 1882, in-4°. Marseille.

**Bulletin de la Société d'histoire naturelle d'Autun*, paraît depuis 1888, in-8°. Autun, Dejussieu.

Travaux et Mémoires des Facultés (puis de l'Université) de Lille, paraissent depuis 1889, in-8°. Lille, Le Bigot.

**Bulletin du Service de la Carte géologique détaillée de la France*, paraît depuis 1889, in-8°. Paris.

Revue générale de Botanique, paraît depuis 1889, in-8°. Paris, 1, rue Dante.

**Annales de l'Université de Lyon*, paraissent depuis 1891, in-8°. Lyon, Rey.

**Travaux du Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble*, in-8°. Grenoble, Allier, 1909-1914.

Les ouvrages marqués d'un astérisque sont ceux qui figurent, en totalité ou en partie, dans la Bibliothèque de la Science française, à l'Exposition de San Francisco.

LA PALÉONTOLOGIE ZOOLOGIQUE

Ire PÉRIODE. — DES ORIGINES A CUVIER ET LAMARCK

LA PALÉONTOLOGIE ne s'est vraiment constituée qu'au début du siècle dernier. Pourtant ses origines paraissent être aussi vieilles que l'Humanité ; les fossiles, en effet, ont été connus, remarqués et collectionnés, dès les temps paléolithiques, par les populations de la plus vieille Gaule. Leur nature exacte semble n'avoir été pressentie que beaucoup plus tard, par quelques philosophes de l'Antiquité, et l'on sait que le Moyen Age n'a guère vécu que des auteurs anciens.

A la Renaissance, la curiosité scientifique se réveilla en reprenant, avec la nature, un contact perdu depuis les Grecs. Deux grands artistes de cette époque, Léonard de Vinci, en Italie, Bernard Palissy, en France énoncèrent sur les fossiles des idées justes.

En 1580, Bernard PALISSY, « simple potier de terre, qui ne savait ni latin ni grec », soutint à Paris, contre les Docteurs de la Sorbonne, que les coquilles et les poissons pétrifiés qu'on trouve dans certains terrains, ne sont pas de simple « jeux de la nature » mais qu'ils ont vécu à cet endroit même « pendant que les roches n'estoyent que de l'eau et de la vase, lesquels depuis ont été pétrifiés après que l'eau a défailly ». Palissy paraît avoir eu la notion des espèces perdues, des formes éteintes, quand il déclare qu'il a trouvé « plus d'espèces de poissons ou de coquilles d'iceux, pétrifiés en terre, que non pas des genres modernes qui habitent la mer océane ».

En France, les vues géniales de Palissy n'eurent aucun succès et, au cours du XVIIe siècle, l'étude des fossiles n'y fit aucun progrès. Sous l'influence de la théologie, les vieilles idées sur la *vis plastica* ou les « jeux de la nature » continuèrent à prévaloir, même en Italie où l'on avait oublié les fortes conceptions de Léonard de Vinci et où, par contre, on s'appliquait de tous côtés à recueillir des pétrifications et à les décrire en de beaux ouvrages.

La plus grande partie du XVIIIe siècle ne fut que la continuation de cette période purement descriptive. Très nombreuses sont les monographies publiées en Italie et en Allemagne. En France, Antoine DE JUSSIEU étudie les plantes fossiles du terrain houiller de Saint-Chamond, RÉAUMUR compose un mémoire sur les coquilles marines de la Touraine. Louis BOURGUET fit paraître son *Traité des pétrifications*, renfermant une liste de 400 localités fossilifères et une bibliographie par pays et par auteurs. Un peu plus tard, DEZALLIER D'ARGENVILLE donne sa très belle *Oryctologie* et E. BERTRAND son *Dictionnaire universel des fossiles*, tandis que BENOIST DE MAILLET nous apparaît, malgré les divagations contenues dans son *Telliamed*, comme un véritable précurseur de Lamarck et de Darwin.

Le sort de la géologie a toujours été et demeure encore aujourd'hui plus ou moins lié à celui de la Paléontologie. Aux débuts de ces sciences, leurs progrès étaient inséparables. Le grand mérite du géologue GUETTARD fut de démontrer la continuité des masses minérales et d'établir ainsi un des principes fondamentaux de la stratigraphie. Il arriva à cette conception par ses nombreuses observations sur les fossiles, dont il put remarquer « la régularité de distribution » au sein des masses minérales.

Cette période descriptive avait préparé la venue d'un esprit supérieur, capable de rassembler les données éparses, incohérentes, recueillies jusqu'alors, de les synthétiser en un corps de doctrine.

C'est à ce point de vue que BUFFON, le plus populaire de nos naturalistes, appartient à l'histoire de la Paléontologie.

La *Théorie de la terre* et les *Époques de la nature*, le pre-

mier et le dernier de ses ouvrages, eurent le plus grand succès parce qu'ils exposaient pour la première fois, en un langage clair et magnifique, un système rationnel et vraiment scientifique.

Dans la *Théorie de la terre*, Buffon insiste sur la grande dispersion des coquilles fossiles et relève vertement les plaisanteries de Voltaire à leur sujet. Il distingue, parmi ces coquilles, les espèces pélagiques et les espèces littorales ; il observe que plusieurs de ces formes de vie n'existent plus, notamment les célèbres « cornes d'Ammon ».

La notion même des *Époques de la nature* a ses origines dans l'observation et l'interprétation des fossiles. Ceux-ci sont les « vieux monuments » qui nous fournissent « le seul moyen de fixer quelques points dans l'immensité de l'espace et de placer un certain nombre de pierres numéraires sur la route éternelle du temps. » Buffon reconnaît donc sept époques de la nature et il cherche à évaluer leur durée. Malgré son souci d'interpréter « sainement » les Écritures et d'éviter les censures de la Sorbonne, il arrive à un nombre de siècles formidable pour l'époque. Il a donc eu, l'un des premiers sinon le premier, la claire vision de l'immensité des temps géologiques. Il a confirmé cette notion capitale, entrevue par Bernard Palissy, des vieilles créatures qui s'éteignent et sont remplacées par d'autres. Buffon, nous expliquant la séparation de l'Ancien et du Nouveau continent, réunis au temps des grands Mammifères (Mastodonte de l'Ohio), a fait la première application de la Paléontologie à ce que nous appelons aujourd'hui la Paléogéographie.

Enfin, l'étude des fossiles a été certainement pour beaucoup dans les conceptions de Buffon sur la mutabilité des espèces et d'autres idées contenant en germe toute la théorie de l'évolution. Ses historiographes n'ont pas suffisamment insisté sur l'importance des données tirées de la géologie et de la paléontologie dans l'œuvre philosophique de l'illustre naturaliste.

A la mort de Buffon, la science des fossiles, pour faire de nouveaux progrès, avait besoin d'une nouvelle méthode, la méthode stratigraphique.

Sans vouloir diminuer le mérite de William Smith, considéré généralement comme le fondateur de la paléontologie stratigraphique, on peut affirmer que le savant anglais a été précédé dans cette voie, vingt ans auparavant, par un Français, GIRAUD-SOULAVIE. Dans son ouvrage sur l'*Histoire naturelle de la France méridionale*, ce géologue a clairement établi non seulement le principe capital de la stratigraphie basé sur la superposition des couches, mais encore les règles de la paléontologie stratigraphique, en montrant que les fossiles sont distribués « par couches de divers âges et non par lieux géographiques ».

Les observations précises de Giraud-Soulavie et les conclusions judicieuses qu'il sut en tirer ne furent pas appréciées à leur mérite. C'est ainsi que FAUJAS DE SAINT-FOND, qui s'est beaucoup occupé de fossiles, n'a su obéir à aucune méthode scientifique. Entre temps, PICOT DE LAPEIROUSE, BRUGUIÈRE, DENYS DE MONTFORT, F. DE ROISSY, BOSC, LAMOUROUX s'appliquaient a décrire et à figurer toutes sortes de restes d'Invertébrés fossiles.

IIe PÉRIODE. — DE CUVIER ET LAMARCK A GAUDRY

Dès la fin du XVIIIe siècle, les progrès se précipitent dans toutes les branches de l'histoire naturelle. La science française brille alors d'un vif éclat avec les LAMARCK, les CUVIER, les Geoffroy SAINT-HILAIRE. La Paléontologie va se constituer définitivement.

Georges CUVIER est généralement considéré comme son véritable fondateur, ce qui est un peu exagéré à certains égards, mais ce qui est très exact si l'on considère que la Paléontologie est, avant tout, la Zoologie du passé.

L'œuvre de Cuvier, immense et multiple, est surtout, en effet, d'ordre zoologique. Et c'est par la zoologie que Cuvier fut conduit à la Paléontologie. Avant lui, tout le monde était bien d'accord pour considérer les fossiles comme les restes ou les traces d'anciens êtres, mais la zoologie était encore trop peu avancée pour permettre des comparaisons

précises entre les fossiles et les animaux vivants. L'étude des Invertébrés, à peine ébauchée, faisait alors l'objet des recherches de Lamarck dont nous parlerons tout à l'heure. On n'avait sur les Vertébrés fossiles, que des données éparses et erronées. La Salamandre des schistes d'Œningen avait été prise pour un homme d'avant le déluge ; le *Proterosaurus* de la Thuringe, pour un crocodile, le Ptérodactyle de Solenhofen pour un animal marin ou une poule d'eau ; les vertèbres d'Ichtyosaures étaient considérées comme des vertèbres humaines ; les os de grands Mammifères étaient encore simplement regardés comme des os de géants.

Cuvier, négligeant les Invertébrés fossiles, s'adressa de préférence aux grands animaux et particulièrement aux Mammifères, connus depuis longtemps et dont les plus grands représentants ne pouvaient être passés inaperçus. L'Anatomie comparée qu'il venait, sinon de créer, du moins de constituer fortement, lui fournissait un solide point d'appui. Il était enfin admirablement outillé pour les comparaisons, grâce aux collections ostéologiques, alors uniques au monde, qu'il avait su rassembler au Muséum.

Dès 1796, il débuta par un mémoire sur les restes d'Éléphants fossiles, qui fut suivi de plusieurs autres insérés dans les *Annales du Muséum*. En 1812, avec tous ces mémoires, il composa ses célèbres *Recherches sur les ossements fossiles*. Cet ouvrage, remarquablement clair et précis, illustré d'excellentes figures gravées sur cuivre, renferme les descriptions de 168 espèces de Vertébrés fossiles, distribuées en 50 genres, et représente ainsi un labeur formidable. Non seulement toutes les erreurs des prédécesseurs de Cuvier sont rectifiées, mais encore une foule d'êtres, nouveaux pour la science, sont décrits et reconstitués suivant une méthode sûre, basée sur l'Anatomie comparée. A cet égard donc, le livre de Cuvier est fondamental. Il doit être pris, encore aujourd'hui, comme un modèle de méthode et de style scientifiques. Il reste un instrument indispensable et un guide pour tous ceux qui veulent apprendre à étudier les fossiles. Cuvier s'y montre vraiment le fondateur de la Paléontologie, parce qu'on ne peut fonder

que sur un terrain solide et que seul Cuvier a su trouver ce terrain.

Sans être géologue, Cuvier comprit de bonne heure l'importance des observations géologiques pour établir l'ordre de succession des fossiles. Aussi, dès 1808, le voyons-nous s'associer à Alex. BRONGNIART pour la publication de l'*Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris*, devenu plus tard, en 1821, la *Description géologique des environs de Paris*. Cette œuvre est, pour la série des terrains tertiaires, ce que l'œuvre de l'Anglais William Smith est pour la série des terrains secondaires. On y voit, comme principe dominant, le même souci d'utilisation des fossiles, la même prépondérance de l'argument paléontologique pour l'établissement des synchronismes à distance.

Le célèbre *Discours sur les révolutions du globe* eut six éditions françaises et fut traduit en plusieurs langues. « C'est, a dit Cuvier, le plan et le résultat de mes travaux sur les os fossiles que je me propose surtout de présenter dans ce discours ». Il veut essayer aussi « de tracer un tableau rapide de l'histoire des révolutions du globe, de montrer par quels rapports l'histoire des os fossiles d'animaux terrestres se lie à la théorie de la terre ». C'est donc une synthèse géologico-paléontologique, beaucoup trop connue de tous les savants, aussi bien dans ses faiblesses que dans ses grandeurs, pour qu'il soit utile de s'y arrêter ici longuement.

En résumé, Cuvier nous a montré comment il faut étudier les fossiles; il nous a appris à les analyser et, si l'on peut dire, à les disséquer. Il a su multiplier les preuves que les animaux d'autrefois étaient différents des animaux actuels. Il a compris et hautement proclamé la valeur de ces fossiles comme instruments chronologiques. Il a mis en évidence, que pour les Vertébrés, par exemple, plus les fossiles sont anciens, plus ils diffèrent des êtres actuels. Il a donc envisagé l'étude des fossiles sous deux aspects : l'aspect zoologique et l'aspect géologique. Il paraît avoir eu la notion du perfectionnement graduel du monde organisé et, par elle, la vision des hautes destinées de la science nouvelle.

Malheureusement, Cuvier édifia des théories absolues sur un trop petit nombre de faits. Évidemment influencé par ses croyances religieuses et son attachement aux vérités révélées, il crut à des « révolutions du globe », dont la dernière devait correspondre au déluge biblique, à des cataclysmes suivis de nouvelles créations. Et il donna à ses doctrines l'allure dogmatique qu'on lui a tant reprochée. Cuvier, l'homme des révolutions, en même temps que de la fixité des espèces, combattit avec acharnement ses collègues Lamarck et Geoffroy Saint-Hilaire, qui préféraient les idées d'évolution. Le poids énorme de son autorité s'est fait sentir partout, longtemps après sa mort, et ses disciples furent plus cuviériens que Cuvier lui-même.

L'œuvre parallèle de LAMARCK complète admirablement celle de Cuvier. C'est merveille de voir, dans un même pays et à un même moment, deux figures de savants également grandes, également nobles et en même temps si différentes.

Botaniste jusqu'à cinquante ans, Lamarck devint ensuite zoologiste et créa de toutes pièces la systématique des animaux inférieurs, dont il donna plus tard une monographie complète, où les espèces étaient classées et décrites méthodiquement. Grâce aux collections rapportées d'un peu partout au Muséum, il put faire connaître une quantité prodigieuse de formes nouvelles. Lamarck ne séparait pas l'étude des fossiles de celle des êtres vivants. Un premier mémoire sur les coquilles des environs de Paris est resté inachevé, mais dans l'*Histoire des animaux sans vertèbres*, tous les fossiles alors connus sont soigneusement intercalés parmi les formes actuelles. Comme Cuvier, et de la même manière, Lamarck montre que la Paléontologie est, avant tout, la zoologie du passé. C'est ainsi qu'au moment où Cuvier fondait la paléontologie des grands animaux, Lamarck faisait accomplir les plus grands progrès à celle des animaux inférieurs.

Je n'ai pas à dire ici ce que la géologie doit à Lamarck, dont l'*Hydrogéologie* est pleine de vues prophétiques. Et ce n'est pas auprès du public scientifique américain, si *néo-lamarckien*, qu'il est utile d'insister sur Lamarck philosophe, fondateur du transformisme.

Cuvier et Lamarck ont donc ouvert des voies nouvelles à la science des fossiles, à tel point qu'on doit les considérer comme les principaux fondateurs de la Paléontologie. L'un et l'autre nous ont appris à étudier les fossiles, à les comparer aux êtres vivants. Ils ont fait de la paléozoologie.

Lamarck a fait plus encore. Il a montré à la science nouvelle un autre but que celui d'augmenter le catalogue des êtres animés : la recherche de l'origine et du mode de formation de ces êtres. Il a affirmé qu'ils descendaient les uns des autres par voie de transformations et qu'il fallait s'appliquer à retrouver leurs généalogies.

Mais Lamarck ne fut pas compris, sauf par Et. GEOFFROY SAINT-HILAIRE, qui fut aussi un très grand savant et dont il faut signaler les recherches sur les Sauriens fossiles. Il fut encore moins suivi. Aveuglés par l'auréole cuviérienne, les paléontologistes, continuateurs de Cuvier et de Lamarck, n'ont travaillé que dans un sens purement descriptif, sans aucune préoccupation d'ordre philosophique.

Ces paléontologistes furent d'ailleurs nombreux en tous pays. Il faut encore citer ici le nom d'Alex. Brongniart qui, en collaboration avec DESMAREST, publia une importante étude sur les Trilobites.

DEFRANCE mérite également une mention spéciale, car il a décrit une foule de formes nouvelles parmi les Rhizopodes, les Polypiers, les Échinides, les Serpules, les Mollusques et il a soigné particulièrement leur mode de distribution au sein des couches géologiques.

En 1830 eut lieu la fondation de la SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE, dont la très importante série des publications renferme une foule de mémoires ou de notes sur les fossiles.

Le milieu du XIX[e] siècle se signale en France, au point de vue paléontologique, par l'œuvre de d'ORBIGNY.

Alcide D'ORBIGNY fut le premier titulaire de la chaire de Paléontologie du Muséum, la seule qui existait alors en France. Doué d'une grande puissance de travail, auteur extraordinairement fécond, à 21 ans il débute dans la science par une note sur les becs de Céphalopodes fossiles. A 24 ans, il crée et classe l'ordre des Foraminifères, en décrivant



GEORGES CUVIER (1769-1832)

MÉDAILLON PAR
DAVID D'ANGERS

600 espèces anciennes ou nouvelles. De 1826 à 1834, il parcourt l'Amérique méridionale d'où il rapporte les matériaux d'un ouvrage en 8 volumes in-4° avec 500 planches. Revenu en France, il publie, entre autres livres, une *Histoire naturelle des Céphalopodes* avec de Férussac, une *Histoire naturelle des Crinoïdes*, une étude sur les Bélemnites, plusieurs grands mémoires de paléontologie descriptive sur le Caucase, la Crimée, la Russie, l'Orient, etc. Enfin il forme le projet d'étudier et de décrire tous les fossiles de France. La *Paléontologie française* fut commencée en 1840; à la mort de son auteur, elle comprenait 8 volumes accompagnés d'environ 1 000 planches, et renfermant la description d'une foule d'espèces nouvelles d'Echinodermes, de Brachiopodes, de Bryozoaires et de Mollusques.

De 1849 à 1852, d'Orbigny publia deux autres ouvrages importants : son *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle*, où il a relevé les noms de 18 000 espèces de fossiles, et son *Cours élémentaire de Paléontologie et de Géologie stratigraphiques*, qui renferme l'expression de ses vues générales. Celles-ci sont, à beaucoup d'égards, la continuation et même l'exagération des idées de Cuvier. D'Orbigny croit aussi à la fixité des espèces et aux révolutions du globe. Il n'en a pas moins rendu à la science d'éminents services : 1° par la multitude de fossiles nouveaux qu'il a décrits ; 2° par le perfectionnement qu'il a apporté à l'instrument stratigraphique, en imposant aux géologues l'étude minutieuse des fossiles comme étant la vraie méthode chronologique; 3° par sa classification des terrains basée sur les fossiles et dont la nomenclature, du moins pour les temps secondaires, n'a encore subi que de légères modifications.

Depuis le milieu du XIXe siècle, la littérature française sur les Invertébrés fossiles est devenue de plus en plus considérable. Le professeur D'ARCHIAC, successeur de d'Orbigny au Muséum, et qui a écrit sur l'histoire de la Paléontologie des livres où tous ses successeurs dans cette voie ont puisé à pleines mains, a calculé que 5 852 planches de fossiles ont été publiées en France de 1823 à 1867. Elles

illustrent, soit des monographies régionales, soit des descriptions de groupes zoologiques, soit des notes spéciales Je ne saurais citer ici que les plus importants de ces travaux.

Il faut signaler, parmi les grandes monographies régionales, celles de DESHAYES, sur les coquilles fossiles des environs de Paris ; de BARRANDE sur les fossiles du Silurien de la Bohême ; de d'Archiac et ses collaborateurs, HAIME, VERNEUIL, FISCHER, sur les fossiles de l'Asie Mineure et de l'Inde ; les suites à la Paléontologie française par un comité composé de : COTTEAU, pour les Échinides, Eug. EUDES-DESLONGCHAMPS, pour les Brachiopodes, FROMENTEL pour les Zoophytes, DE LORIOL pour les Crinoïdes, PIETTE pour les Gastropodes, DE SAPORTA pour les Plantes.

D'Orbigny, d'Archiac, TERQUEM, ont beaucoup écrit sur les Foraminifères ; MICHELIN, FROMENTEL, POMEL, sur les Éponges et les Cœlentérés. H. MILNE-EDWARDS et HAIME ont fait sur les Polypiers des ouvrages classiques. DESMOULINS, d'Orbigny, Michelin, Barrande, Cotteau ont composé de grands travaux sur les Échinodermes. Les monographies de d'Orbigny sur les Bryozoaires, celles de d'Orbigny, Barrande et d'Eug. EUDES-DESLONGCHAMPS sur les Brachiopodes sont de premier ordre.

Les auteurs de mémoires sur les Mollusques sont encore plus nombreux : D'Archiac, Barrande, DE BLAINVILLE, BUVIGNIER, COQUAND, Eudes-Deslonchamps, DOLLFUSS, DUJARDIN, DUMORTIER, DUVAL-JOUVE, FAURE-BIGUET, GRATELOUP, LEYMERIE, NOULET, D'Orbigny, Piette, RASPAIL, Terquem, etc.

Après le travail d'Alex. Brongniart et Desmarest sur les Trilobites, sont venus ceux de M. ROUAULT et BARRANDE sur le même sujet : de CORNUEL sur les Entomostracés, d'A. MILNE-EDWARDS, sur les Crustacés supérieurs.

Tandis que les continuateurs de Lamarck dans l'étude des Invertébrés étaient surtout des géologues, préoccupés avant tout de faire servir les fossiles aux analyses stratigraphiques, les continuateurs de Cuvier, dans l'étude des Vertébrés, furent plutôt des zoologistes.

DEVÈZE DE CHABROL et BOUILLET, CROIZET, JOBERT, BRAVARD, à qui succédèrent AYMARD et POMEL, firent connaître les richesses paléontologiques de l'Auvergne et du Velay. TOURNAL de Narbonne, DE CHRISTOL et Marcel de SERRES, de Montpellier, furent attirés, dès cette époque, par l'étude des cavernes à ossements. Ils jetèrent en France les premières bases de la Paléontologie humaine, peu de temps avant que BOUCHER DE PERTHES entreprît sa grande lutte en faveur de l'existence de l'Homme fossile.

Tandis que DUVERNOY étudiait les Rhinocéros et d'autres Mammifères fossiles, LAURILLARD écrivait, pour le *Dictionnaire universel d'Histoire naturelle,* de nombreux et excellents articles.

De 1839 à 1850, de Blainville, successeur de Cuvier dans la chaire d'Anatomie comparée du Muséum, publia son *Ostéographie*, ouvrage considérable, aux excellentes planches, où tous les Vertébrés fossiles alors connus devaient être systématiquement décrits et figurés à côté des types actuels, mais qui est resté inachevé.

Son contemporain, Édouard LARTET réalise une belle figure de savant dont le mérite n'est pas toujours suffisamment apprécié. Avocat, devenu paléontologiste par hasard, à la vue d'une molaire de Mastodonte trouvée par un paysan de son village, il explora le célèbre gisement de Sansan et publia, de 1836 à 1845, une série d'articles qui furent réunis en 1851 dans sa *Notice sur la colline de Sansan,* sorte de prodrome des fossiles de cette localité. Parmi les types nouveaux de Mammifères révélés par Lartet, se trouve le *Dryopithecus,* le premier singe fossile connu et dont la découverte fit grand bruit. Lartet vint ensuite se fixer à Paris où il fit paraître, entre autres travaux, un excellent mémoire sur les Proboscidiens fossiles.

En 1860, il donna sa très importante note sur *l'Ancienneté géologique de l'espèce humaine* et, à partir de cette époque, il se consacra exclusivement à la Paléontologie de l'Homme, dont il doit être considéré comme le principal fondateur. Il a, le premier, donné une division des temps paléolithiques basée sur les données paléontologiques qu'il

avait rassemblées au cours de ses fouilles dans les Pyrénées et le Périgord. Il est, avec l'Anglais Christy, l'auteur de la belle monographie intitulée : *Reliquiæ aquitanicæ.*

Paul GERVAIS était un zoologiste que séduisit toujours l'étude des fossiles. Son ouvrage sur la *Zoologie et la Paléontologie françaises*, est admirablement compris, bien illustré, constituant un répertoire, toujours précieux à consulter, de toutes les découvertes de Vertébrés fossiles faites en France jusque-là. Les descriptions sont remarquablement sobres, nettes et précises. La *Zoologie* et la *Paléontologie générales*, le *Journal de Zoologie* du même savant renferment d'excellents travaux sur toutes sortes de sujets paléontologiques.

IIIe PÉRIODE. — DE GAUDRY A NOS JOURS

Jusqu'à l'époque où nous sommes arrivés, la Paléontologie ne s'était présentée que sous deux aspects :

La paléontologie des Cuvier, des Blainville, des Gervais, qui consistait à étudier les fossiles au seul point de vue zoologique.

La paléontologie des d'Orbigny, des d'Archiac et de tous les géologues, qui faisait passer au premier rang la notion d'âge, la date du fossile, son utilité stratigraphique. « La première notion à obtenir, dans l'étude paléontologique, avait dit d'Orbigny, c'est la date ».

Il restait une troisième manière de comprendre la Paléontologie, consistant à associer les deux premières, à demander à l'anatomie comparée et à la géologie — c'est-à-dire à la chronologie — de s'éclairer et de se compléter mutuellement. La paléontologie devait se transformer ainsi en une histoire, l'histoire du monde animé.

Celle-ci ne pouvait venir qu'à son heure, car elle avait besoin d'une grande masse de matériaux. Elle exigeait surtout un esprit élevé. C'est Albert GAUDRY qui doit être considéré comme le fondateur de la paléontologie histori-

que et philosophique, et qui a su donner ainsi à la science des fossiles sa parfaite autonomie.

Bien qu'élevé dans un milieu tout à fait conservateur, où les idées cuviériennes régnaient exclusivement, Gaudry fut évolutionniste de très bonne heure. Il comprit tout de suite que les preuves les plus claires des transformations des êtres devaient être fournies par la Paléontologie. On peut dire qu'il a consacré sa vie à en faire la démonstration.

De 1855 à 1860, Albert Gaudry fit des fouilles dans le célèbre gisement de Pikermi, près d'Athènes. Au moment même où Darwin publiait l'*Origine des espèces*, le jeune savant français composait les *Animaux fossiles* et la *Géologie de l'Attique*. Tout était nouveau dans cet ouvrage : la matière, la méthode, les conclusions ; il est resté le modèle des monographies paléontologiques conçues dans une pensée évolutionniste.

Au cours de sa longue carrière, Gaudry a étudié, décrit, interprété toutes sortes de fossiles. Il a composé un grand nombre de livres, de mémoires, de notes sur les Poissons, les Amphibiens, les Reptiles des temps primaires, sur des Ichthyosaures et des Mosasaures des temps secondaires, sur une foule de Mammifères des temps tertiaires et quaternaires, sur l'Homme fossile. Et, à la fin de sa vie, dans ses travaux sur les *Fossiles de Patagonie*, il s'est appliqué à jeter quelque lumière sur l'évolution des curieuses faunes de Mammifères fossiles de l'hémisphère austral.

Devenu professeur au Muséum, Albert Gaudry basa son enseignement sur la théorie de l'évolution. Le résumé de cet enseignement se trouve dans les *Enchaînements du monde animal*, ouvrage que des esprits superficiels ou malintentionnés ont pu considérer comme étant de simple vulgarisation, mais qui, en réalité, est une œuvre tout à fait originale, aussi remarquable par le fond que par la forme. Le premier volume, paru en 1878, est consacré aux Mammifères tertiaires. Les deux autres traitent des fossiles primaires et des fossiles secondaires. Gaudry y accumule les faits en faveur de la réalité des transformations, des

« enchaînements » du monde animal. L'argumentation est si puissante qu'elle entraîna l'adhésion à la doctrine évolutionniste d'une foule de naturalistes que les simples vues de l'esprit ou même les arguments tirés de l'Anatomie comparée et de l'Embryologie n'avaient pas convaincus. Le succès de cet ouvrage fut considérable et il dure encore.

Il faut considérer, comme une suite aux *Enchaînements* et comme leur conclusion, le dernier livre de Gaudry intitulé : *Essai de paléontologie philosophique*, où l'auteur condense les principaux résultats de sa vie de savant et de penseur. On peut en discuter l'idée philosophique fondamentale, qui repose sur l'existence présumée d'un « plan de la création » mais on ne saurait nier qu'il ouvre encore une voie nouvelle. Gaudry, ne se bornant plus à étudier l'évolution des formes, y traite spécialement de l'évolution des fonctions. Il s'agit vraiment ici de Paléobiologie, pour employer le mot créé dès 1862 par d'Archiac et qu'un savant autrichien s'est récemment approprié sans en indiquer l'origine.

Gaudry a donc renouvelé, en l'ennoblissant, la science des fossiles. Il a repris avec succès la grande idée directrice des Lamarck et des Geoffroy Saint-Hilaire, et c'est au moment même où la doctrine de l'évolution nous revenait d'outre-mer, qu'il lui a apporté le précieux appoint de l'argument paléontologique. Grâce à lui, la doctrine est deux fois française.

Je ne puis m'étendre longuement sur les contemporains et les travaux de Gaudry. L'espace m'est limité. La Paléontologie a beaucoup progressé, en tous pays, depuis un demi-siècle; les publications sur les fossiles sont devenues partout, de plus en plus nombreuses. La France a largement participé à ce mouvement. Il faut citer parmi les auteurs qui ont écrit sur les Invertébrés :

Pour les Protozoaires : BERTHELIN, MUNIER-CHALMAS, SCHLUMBERGER; CAYEUX, H. DOUVILLÉ, R. DOUVILLÉ, P. LEMOINE.

Pour les Éponges : P. FISCHER.

Pour les Polypiers : FAUROT, FILIOZAT.

Pour les Échinodermes : COTTEAU, PERON, GAUTHIER,

MORIÈRE, MUNIER-CHALMAS, POMEL; BIGOT, COTTREAU, FOURTEAU, LAMBERT, ŒHLERT, SAVIN, THIÉRY, etc.

Pour les Bryozoaires : CANU.

Pour les Brachiopodes : BARROIS, H. DOUVILLÉ, GOSSELET, JACOB et FALLOT, KOZLOWSKI, MANSUY, ŒHLERT, etc.

Pour les Mollusques : BAYLE, BERNARD, BOURGUIGNAT, Eug. EUDES-DESLONGCHAMPS, P. FISCHER, FONTANNES, HÉBERT, LOCARD, MATHERON, MORLET, MUNIER-CHALMAS, PAQUIER, PELLAT, PERON, PERVINQUIÈRE, REYNÈS, P. THOMAS, TOUCAS, TOURNOUËR; BARROIS, BIGOT, BOULE, DE BOURY, BOUSSAC, CAREZ, CAZIOT, COSSMANN, DAUTZENBERG, DEPÉRET, DOLLFUS, DONCIEUX, H. DOUVILLÉ, R. DOUVILLÉ, DOUXAMI, FALLOT, H. FISCHER, GERMAIN, GIGNOUX, DE GROSSOUVRE, HAUG, JACOB, JODOT, JOLY, JOURDY, KILIAN, LEMOINE, MANSUY, NICKLÈS, NOLAN, ŒHLERT, PALLARY, REPELIN, DE RIAZ, ROMAN, ROULE, SAUVAGE, SAYN, SEUNES, THEVENIN.

Pour les Arthropodes : AGNUS, Ch. BRONGNIART, FLICHE, LEBESCONTE, MORIÈRE, OUSTALET, TERQUEM; BERGERON, BOULE, BUREAU, KERFORNE, LERICHE, MANSUY, F. MEUNIER, ŒHLERT, THEVENIN, etc.

Parmi tous ces travaux, les uns sont des monographies par régions ou par terrains; leur intérêt est donc surtout d'ordre géologique. D'autres sont des monographies de groupes traités d'une manière plus zoologique. Comme en tous autres pays, l'étude des Ammonites fournit en France un fort contingent de mémoires, plus importants au point de vue stratigraphique qu'au point de vue vraiment paléontologique. L'étude des Invertébrés fossiles est restée trop exclusivement descriptive. Les travaux de TOURNOUER, FISCHER, MUNIER-CHALMAS, F. BERNARD, R. DOUVILLÉ, pour ne citer que des auteurs décédés, se distinguent par des tendances plus philosophiques.

La Paléontologie des Vertébrés a produit un ensemble de travaux non moins imposant.

Les Poissons ont été étudiés par : Ch. BRONGNIART, CORNUEL, THIOLLIÈRE, VAILLANT; LERICHE, PRIEM, SAUVAGE, etc.

Les Amphibiens et les Reptiles par : DESLONCHAMPS, FISCHER, LORTET, MOREL DE GLASVILLE, ROCHEBRUNE, VAILLANT ; BIGOT, BOULE, COLLOT, DELAGE, GLANGEAUD, LARRAZET, LERICHE, SAUVAGE, THEVENIN, etc.

Après l'ouvrage fondamental d'A. MILNE-EDWARDS, sur les Oiseaux fossiles, sont venus, sur le même sujet, les travaux de V. LEMOINE, FLOT, GAILLARD, A. et G. GRANDIDIER, MONNIER, etc.

Les Mammifères ont été étudiés par : BOURGUIGNAT, DELFORTRIE, FILHOL, FISCHER, HÉBERT, JOURDAN, V. LEMOINE, LORTET, A. MILNE-EDWARDS, NOULET, NOUEL, P. THOMAS ; BOULE, CHANTRE, DEPÉRET, FLOT, GAILLARD, G. GRANDIDIER, HARLÉ, LAVILLE, MAYET, DE MECQUENEM, PAQUIER, ROMAN, TROUESSART, VASSEUR, etc.

Les plus anciens de ces travaux sur les Vertébrés fossiles, et aussi les œuvres si touffues de Filhol, procèdent encore de la méthode cuviérienne, restée si longtemps en grand honneur. Mais l'influence de Gaudry se révèle nettement dans le plus grand nombre ; leurs auteurs ont cherché à suivre la voie ouverte par l'illustre écrivain des *Enchaînements*. Il faut citer, parmi les élèves les plus directs du Maître : V. LEMOINE, à qui nous devons la connaissance des plus vieux Mammifères de notre pays ; DEPÉRET, qui a puisé au Muséum les bons principes qu'il a su transmettre à ses disciples de Lyon ; THEVENIN, qui a continué et complété les travaux de Gaudry sur les premiers Quadrupèdes ; M. BOULE, son successeur au Muséum.

Enfin, cette dernière période a été non moins brillante pour la Paléontologie humaine. L'existence de l'Homme fossile, niée par Cuvier, affirmée, vers 1830, par quelques naturalistes du Midi, démontrée par BOUCHER DE PERTHES et E. Lartet, ne rencontra plus de contradicteurs, après 1860. De toutes parts on se livra à de nouvelles recherches, on fouilla de nombreux gisements. Bientôt se constitua ainsi une nouvelle branche de la science, dont les origines sont surtout françaises, et qui s'est rapidement développée dans notre pays où elle brille actuellement d'un vif éclat.

On trouvera plus loin, dans la Bibliographie, les noms des principaux savants qui se sont occupés plus spécialement d'établir la chronologie et les caractères physiques des Hommes fossiles, c'est-à-dire des hommes antérieurs à la période géologique actuelle. A côté d'eux, toute une légion de « préhistoriens » se sont attachés à étudier les produits de l'industrie de ces mêmes Primitifs. Mais l'Archéologie préhistorique sort du cadre de la Paléontologie. Il n'y a pas lieu de s'y arrêter ici.

Marcellin BOULE.

BIBLIOGRAPHIE

PREMIÈRE PÉRIODE

PALISSY (Bernard). — *Discours admirables de la nature des eaux et fontaines, etc...*, in-8°. Paris, Martin le jeune, 1580.

M. B*** [Louis BOURGUET]. — *Traité des pétrifications*, in-4° avec pl. et fig. Paris, Briasson, 1742.

M*** [DEZALLIER D'ARGENVILLE]. — *Histoire naturelle éclaircie dans une de ses parties principales, l'Oryctologie, qui traite des terres, des pierres, des métaux, des minéraux et autres fossiles*, in-4° avec pl. Paris, Debure, 1755.

BERTRAND (Élie). — *Dictionnaire universel des fossiles*, in-8°. La Haye, Gosse et Pinel, 1763.

GUETTARD. — *Mémoire et carte minéralogique sur la nature et la situation des terrains qui traversent la France et l'Angleterre.* Paris, 1746.
— *Divers mémoires sur les fossiles de 1751 à 1786.*

BUFFON. — *Théorie de la Terre*, tome I de l'*Histoire naturelle*, in-4°. Paris, Impr. Royale, 1749.
— *Époques de la Nature*, 2 vol. in-12. Paris, 1778.

GIRAUD-SOULAVIE. — *Histoire naturelle de la France méridionale*, 1re partie, « les Minéraux », 7 vol.; 2e partie, « les Végétaux ». Tome Ier seul paru. En tout 8 vol. in-8°. Paris, 1780-1783.

FAUJAS DE SAINT-FOND. — *Histoire naturelle de la montagne de Saint-Pierre de Maëstricht*, in-4° avec pl. Paris, 1799.
— *Essai de Géologie*, 2 vol. in-8° avec pl. Paris, 1803-1809.

BRUGUIÈRE. — *Divers travaux sur les Mollusques fossiles*, dans l'*Encyclopédie méthodique* et le *Journal d'Histoire naturelle*.

BOSC. — *Histoire naturelle des Coquilles* [dans les *Suites à Buffon*], 5 vol. in-8°. Paris, Déterville, an X (1802).

DEUXIÈME ET TROISIÈME PÉRIODES

OUVRAGES D'UN CARACTÈRE GÉNÉRAL

LAMARCK. — *Hydrogéologie ou Recherches sur l'influence qu'ont eue les eaux sur la surface du globe terrestre*. Paris, an X (1802).
— *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, 7 vol. in-8°. Paris, 1815-1822.

CUVIER (G.). — *Recherches sur les ossements fossiles des quadrupèdes*, 4 vol. in-4°. Paris, Déterville, 1812.
— *Discours sur les révolutions de la surface du globe et sur les changements qu'elles ont produits dans le règne animal*, in-8°. Paris, 1822. Dernière édition, plus complète, parue en 1830.

CUVIER (G.) et BRONGNIART (Al.). — *Essai sur la Géographie minéralogique des environs de Paris*, in-4°. Paris, 1808. Nouvelle édition en 1821.

D'ORBIGNY (A.). — **Cours élémentaire de Paléontologie et de Géologie stratigraphiques*, 3 vol. in-8°. Paris, Masson, 1849-1852.

D'ARCHIAC (A.). — *Cours de Paléontologie stratigraphique*, professé au Muséum, 2 vol. in-8°, 1re année. Paris, Savy, 1862-1864. Le 1er vol. traite de l'Histoire de la Paléontologie.
— *Leçons sur la faune quaternaire*, professées au Muséum, in-8°. Paris, Germer-Baillière, 1865.
— *Rapport sur la Paléontologie de la France* (fait partie du Recueil de Rapports sur les progrès des Lettres et des Sciences en France), gr. in-8°. Paris, Hachette, 1868.

GAUDRY (Albert). — *Les Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques*, 3 vol. in-8°. Paris, Savy, 1878-1890.
— *Les Ancêtres de nos animaux dans les temps géologiques*, in-16. Paris, Baillière, 1888.
— *Essai de Paléontologie philosophique*, in-8°. Paris, Masson, 1896.

BERNARD (F.). — *Éléments de paléontologie*, 2 vol. in-8°. Paris, Baillière, 1893-1895.

OUVRAGES SUR LES INVERTÉBRÉS (1)

D'ARCHIAC et HAIME. — *Description des animaux fossiles du groupe nummulitique de l'Inde*, précédée d'une monographie des Nummulites, 2 vol. in-4°. Paris, Gide, 1853-1855.

D'ARCHIAC, VERNEUIL et FISCHER. — *Paléontologie de l'Asie Mineure*. 1866.

— Plusieurs autres travaux dans les M. S. G. F. (2).

BARRANDE (Joachim). — *Système silurien du centre de la Bohême*, 22 vol. gr. in-4° avec 1 160 pl. de fossiles. 1852-1883.

BLAINVILLE (DUCROTAY DE). — *Mémoire sur les Bélemnites considérées zoologiquement et géologiquement*, in-4°. Paris, Levrault, 1827.

— *Prodrome d'une monographie des Ammonites*, in-8°. Paris, Pitois, 1840.

BOURGUIGNAT. — *Paléontologie des Mollusques terrestres et fluviatiles de l'Algérie*, in-8°. Paris, Baillière, 1862.

— *Histoire malacologique de la colline de Sansan*, in-8°. Paris, Masson, 1881.

BRONGNIART (A.) et DESMARETS. — *Histoire naturelle des Crustacés fossiles sous les rapports zoologique et géologique*, in-4°. Strasbourg et Paris, Levrault, 1822.

BRONGNIART (Ch.). — *Recherches pour servir à l'histoire des Insectes fossiles des temps primaires*, in-4° et atlas. Saint-Étienne, 1893.

BUVIGNIER. — *Atlas de la statistique géologique, minéralogique et paléontologique de la Meuse*, in-fol. Paris, Baillière, 1852.

(1) Les listes suivantes, dressées par ordre alphabétique, mentionnent d'abord les auteurs décédés.

(2) Abréviations employées pour désigner les principaux périodiques cités : A. M. : *Annales, Mémoires, Archives du Muséum*. A. de P. : *Annales de Paléontologie*. A. S. G. : *Annales des Sciences géologiques*. A. S. N. : *Annales des Sciences naturelles* A. M. de Lyon : *Archives du Muséum de Lyon*. B. S. G. F. : *Bulletin de la Société géologique de France*. L'A. : *L'Anthropologie*. M. S. G. F. : *Mémoires de la Société géologique de France*. M. S. G. F. Pal. : *Mémoires de la Société géologique de France : Paléontologie*. N. A. M. : *Nouvelles Archives du Muséum*.

COQUAND. — *Géologie et Paléontologie de la région sud de la province de Constantine*, in-8°. Marseille, Arnauld, 1862.

— *Monographie du genre* Ostrea, *terrain crétacé*, in-8° et atlas in-fol. Marseille, Seren, 1869.

COTTEAU. — En dehors de sa très importante contribution à la *Paléontologie française*, a publié de nombreux mémoires et une foule de notes sur les Oursins fossiles de tous âges et de tous pays.

DESHAYES. — *Description des coquilles fossiles des environs de Paris*, 2 vol. in-4° et 1 atlas. Paris, 1824-1837.

— *Description des animaux sans vertèbres découverts dans le bassin de Paris*, 3 vol. in-4° et 2 atlas. Paris, Baillière, 1860-1866.

DESLONGCHAMPS (E.). — *Essai sur les Plicatules fossiles des terrains du Calvados*, in-4°. Caen, 1858.

— *Le Jura normand*, in-fol. Paris, Savy, 1877.

DESMOULINS. — *Essai sur les Sphérulites*, in-8°. Strasbourg et Paris, Levrault, 1827.

— *Mémoire sur les Échinides*. Bordeaux, 1835.

DOUVILLÉ (Robert). — *Céphalopodes argentins*. — *Cardiocératidés de Dives*. M. S. G. F. Pal. 1910 et 1912.

DUMORTIER. — *Études paléontologiques sur les dépôts jurassiques du bassin du Rhône*, 4 vol. in-8°. Paris, Savy, 1864-1874.

DUVAL-JOUVE. — *Bélemnites des terrains crétacés inférieurs des environs de Castellane*, in-4°. Paris, Masson, 1841.

FISCHER (Paul). — *Recherches sur les Éponges perforantes fossiles*. N. A. M. 1868.

— **Manuel de Conchyliologie et de paléontologie conchyliologique ou Histoire naturelle des mollusques vivants et fossiles*, in-8°. Paris, Savy, 1887.

— *Nombreux mémoires ou notes sur les Mollusques fossiles.

FONTANNES. — **Description des Ammonites des calcaires du « Château de Crussol » (Ardèche)*, in-fol. Lyon, Georg, 1879.

— **Les Invertébrés du bassin tertiaire du sud-est de la France. Mollusques pliocènes de la vallée du Rhône*, 2 vol. in-4°. Lyon, Georg, 1879-1882.

— **Études stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône*, 9 vol. in-8°. Paris, 1876-1892.

FROMENTEL. — *Introduction à l'étude des Éponges fossiles*, in-4°. Caen, Hardel, 1859.
— *Introduction à l'étude des Polypiers fossiles*, in-8°. Paris, Savy, 1861.
— *Zoophytes des tomes VIII et X de la Paléontologie française de d'Orbigny*. Paris, 1862-1866.

LOCARD. — *Description de la faune des terrains tertiaires moyens de la Corse*, gr. in-8°. Paris, Savy, 1877.
— **Faune de la mollasse du Lyonnais et du Dauphiné*. A. M. Lyon, 1878.
— *Description de la faune malacologique des terrains quaternaires des environs de Lyon*, gr. in-8°. Lyon, Georg, et Paris, Baillière, 1879.

MATHERON. — *Recherches paléontologiques dans le Midi de la France*, fasc. 1 à 7 seuls parus, gr. in-4°. Paris, Savy, 1878-1880.

MICHELIN. — *Iconographie zoophytologique, description par localités et par terrains des Polypiers fossiles de France*, in-4° et planch. Paris, Langlois et Leclercq, 1840-1847.
— *Monographie des Clypéastres fossiles*. M. S. G. F. 1863.

MILNE-EDWARDS (Henri) et HAIME. — *Monographie des Polypiers fossiles paléozoïques*. 1851.
— *Monograph of the British fossil Corals*. 1849-1854.

MILNE-EDWARDS (Alphonse). — **Histoire des Crustacés podophthalmaires fossiles*. A. S. N. et A. M. 1861-1872.

NOULET. — *Mémoire sur les coquilles fossiles des terrains tertiaires d'eau douce du sud-ouest de la France*, in-8°. Toulouse et Paris, Masson, 1854; 2e éd. en 1868.

D'ORBIGNY (Alcide). — *Tableau méthodique de la classe des Céphalopodes*. A. S. N. 1826.
— *Histoire naturelle générale et particulière des Céphalopodes... vivants et fossiles* (en collaboration avec de Férussac), 18 livraisons in-fol. Paris, 1834-1842.
— *Histoire naturelle générale et particulière des Crinoïdes vivants et fossiles*, in-4°. Paris, 1840.
— **Foraminifères de la craie blanche*. M. S. G. F. 1840.
— *Mémoire sur les Bélemnites*. A. S. N. 1842.
— *Foraminifères fossiles du bassin tertiaire de Vienne* (Autriche), in-4°. Paris, Gide, 1846.

D'ORBIGNY (Alcide). — *Recherches sur les Ammonites.* 1846.

— *Paléontologie française.* — 1re partie, Terrains crétacés : Céphalopodes, Lamellibranches, Brachiopodes, Bryozoaires, Échinodermes. 1840-1856; 2e partie, Terrains jurassiques : Céphalopodes, Gastéropodes. 1842-1856. En tout, 8 vol. de texte et 8 atlas.

Suite par COTTEAU pour les Échinides, DESLONGCHAMPS pour les Brachiopodes, DE FROMENTEL et FERRY pour les Zoophytes, DE LORIOL pour les Crinoïdes, PIETTE pour les Gastéropodes, DE SAPORTA pour les Plantes, 16 vol. avec atlas. En tout 24 vol. Paris, Masson, 1840-1894.

— *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés*, 3 vol. in-12. Paris, Masson, 1850-1852 (1).

OUSTALET. — *Insectes fossiles de l'Auvergne.* A. S. G. 1870.

— *Insectes fossiles d'Aix.* Ibid. 1874.

PELLAT et DE LORIOL. — *Monographie du Portlandien de Boulogne-sur-Mer.* 1867-1875.

PERON (A.). — *Ammonites du Crétacé supérieur d'Algérie.* M. S. G. F. Pal. 1896.

— *Etudes paléontologiques sur les terrains du département de l'Yonne*, gr. in-8°. Paris, Hermann, 1900-1906.

PERVINQUIÈRE. — *Études de paléontologie tunisienne*, in-4°. Paris, F.-R. de Rudeval, 1907-1912.

— **Ammonites du Crétacé algérien.* M. S. G. F. Pal. 1910.

POMEL (A.). — *Paléontologie ou description des animaux fossiles de la province d'Oran. Zoophytes* (fasc. 5, Spongiaires, seul paru). Oran et Paris, Savy, 1872.

— *Paléontologie de l'Algérie : Échinodermes.* Alger, 1885.

RASPAIL. — *Histoire naturelle des Ammonites*, in-8°. Paris, 1831 et 1866.

SCHLUMBERGER. — *Nombreux mémoires sur les Foraminifères*, publiés de 1881 à 1904, principalement dans B. S. G. F.

TERQUEM. — *Nombreux mémoires sur les Foraminifères du Lias, de l'Oolite, de l'Éocène, du Pliocène.*

— *Mémoires sur les Entomostracés jurassiques et sur d'autres fossiles*, de 1855 à 1885.

---

(1) Depuis 1906 les *Annales de Paléontologie* publient une nouvelle édition de cet ouvrage, édition dans laquelle tous les types des espèces créées par d'Orbigny sont figurés photographiquement.

TOUCAS. — **Faune tithonique de l'Ardèche*. B. S. G. F. 1890.
— **La Classification et l'évolution des Hippurites et des Radiolites*. M. S. G. F. Pal. 1904-1906.

TOURNOUËR et FISCHER. — *Animaux fossiles du Mont Léberon* (Vaucluse). Études sur les Invertébrés, in-4°. Paris, Savy, 1873.
— *Fossiles tertiaires de l'île de Cos*. 1876.
— Nombreuses notes sur les Mollusques tertiaires et quaternaires.

BIGOT. — **Mémoires sur les Trigonies et les Opis*, in-4°. 1893 et 1895.

BOULE (M.). — **Paléontologie de Madagascar*. Fossiles de la côte orientale, avec THEVENIN. A. de P. 1906; — Céphalopodes crétacés de Diego-Suarez, avec LEMOINE et THEVENIN. A. de P. 1906-1907.

BOUSSAC. — **Études paléontologiques sur le Nummulitique alpin*, in-8°. Paris, Béranger, 1911.
— **Essai sur l'évolution des Cérithidés dans le Mésonummulitique du bassin de Paris*, in-8°. Paris, 1912.

CANU. — **Bryozoaires des terrains tertiaires des environs de Paris*. A. de P. 1907-1910.
— Autres mémoires sur les Bryozoaires du Patagonien, de l'Argentine, etc.

COSSMANN. — **Essai de Paléoconchologie comparée*, 9 vol. avec pl., in-8°. Paris, 1895-1912.
— *Catalogue des coquilles fossiles des environs de Paris*, 10 vol. Paris, Klincksieck, 1886-1912.
— **Paléontologie des terrains jurassiques*. M. S. G. F. Pal. 1895-1913.
— **Sur l'évolution des Trigonies*. A. de P. 1912.

COTTREAU. — **Échinides de Madagascar*. A. de P. 1908.
— **Les Échinides néogènes du bassin méditerranéen*, in-4°. 1913.

DEPÉRET et ROMAN. — **Monographie des Pectinidés néogènes*. M. S. G. F. Pal. 1902-1912.

DONCIEUX. — *Catalogue descriptif des fossiles nummulitiques de l'Aude et de l'Hérault*, 2 vol. in-8°. Lyon, Rey, Paris, Baillière, 1905-1911.

DOLLFUS (G.). — *Mémoires sur les coquilles fossiles *du Miocène de France, du Tertiaire du Portugal, du Quaternaire marin du Sénégal, etc.*, et nombreuses notes sur les *Invertébrés fossiles*, à partir de 1874.

DOUVILLÉ (Henri). — **Études sur les Rudistes*. M. S. G. F. Pal. 1890-1898.

— *Paléontologie de la mission de Morgan en Perse*. 1904.

— *Etudes sur les Orbitolites, les Orbitoïdes, les Nummulites.* B. S. G. F., *passim.*

— *Classification des Lamellibranches*. Ibid. 1912. — Et beaucoup d'autres notes ou mémoires.

FAUROT. — **Affinités des Tétracoralliaires et des Hexacoralliaires*. A. de P. 1909.

DE GROSSOUVRE. — **Les Ammonites de la Craie supérieure*, in-4° et atlas. Paris, Baudry, 1893.

HAUG. — *Études sur les Goniatites*. M. S. G. Pal. 1898.

KOZLOWSKI. — **Les Brachiopodes du Carbonifère de Bolivie*. A. de P. 1914.

LAMBERT. — **Divers mémoires sur les Échinides fossiles*. En collaboration avec P. THIÉRY : *Essai de nomenclature raisonnée des Échinides*, in-8° et pl. Chaumont, Ferrière (en cours de publication depuis 1909).

LEMOINE. — **Ammonites du jurassique d'Analalava*. A. de P. 1910.

LEMOINE et DOUVILLÉ. — **Sur le genre Lepidocyclina*. M. S. G. F. Pal. 1904.

MANSUY. — **Paléontologie du Yunnan, du Laos, du Tonkin*, 1912.

MEUNIER (F.). — Nombreux mémoires sur les *Insectes de l'ambre*. 1892-1912.

— **Nouvelles recherches sur les Insectes houillers de Commentry*. A. de P. 1909.

ŒHLERT (D.-P.). — *Brachiopodes* du *Manuel de Conchyliologie* de Fischer, in-8°. Paris, Savy, 1887.

— *Nombreux mémoires et notes sur les Invertébrés primaires.*

DE RIAZ. — **Description des Ammonites des couches à Peltoceras transversarium* [Oxfordien supérieur de Trept (Isère)], in-4°. Lyon, Georg. Paris, Masson, 1898.

A. THEVENIN. — **Fossiles liasiques de Madagascar*. A. de P 1908.

OUVRAGES SUR LES VERTÉBRÉS

AYMARD. — Diverses publications sur les fossiles de la Haute-Loire : *Entelodon, Cynodon*, etc., de Ronzon, *in* Ann. de la Soc. d'Agr. du Puy, *passim*.

DE BLAINVILLE. — *Ostéographie,* 24 livraisons in-4° avec atlas in-fol. Paris, Arthus Bertrand, 1839-1850.

CROIZET et JOBERT. — *Recherches sur les ossements fossiles du Puy-de-Dôme,* in-4°. Clermont-Ferrand et Paris, 1828.

DESLONGCHAMPS (Eudes). — *Mémoire sur le Poikilopleuron* in-4°. Caen, 1837.

— *Mémoire sur les Téléosauriens de l'époque jurassique du département du Calvados.* Premier mémoire, in-4°. Caen, 1863.

DESLONGCHAMPS (Eugène). — *Notes paléontologiques,* in-8°. Caen, 1863-1869.

DEVÈZE DE CHABROL et BOUILLET. — *Essai géologique et minéralogique sur les environs d'Issoire,* in-fol. Clermont-Ferrand, 1827.

DUVERNOY. — *Études sur les Rhinocéros fossiles.* A. M. 1853.

FILHOL (H.). — Mémoires sur les *Mammifères des Phosphorites du Quercy, de Ronzon, de Saint-Gérand-le-Puy, de Sansan.* A. S. N; *de La Grive Saint-Alban.* A. M. Lyon; *d'Issel.* M. S. G. F. — Et nombreuses notes.

GAUDRY (Albert). — *Animaux fossiles et géologie de l'Attique,* 2 vol. in-4°. Paris, Savy, 1862-1867.

— *Animaux fossiles du mont Léberon* (Vaucluse), in-4°. Paris, Savy, 1873.

— *L'Actinodon.* N. A. M. 1887.

— *Les Vertébrés fossiles des environs d'Autun,* in-8°. 1888.

— **Le Dryopithèque.* M. S. G. F. Pal. 1890.

— *Les Pythonomorphes de France.* Ibid. 1892.

— **Fossiles de Patagonie,* 5 mém. A. de P. 1904-1909. — Et nombreuses notes.

GERVAIS (P.). — *Zoologie et Paléontologie françaises,* in-4° et atlas. Paris, Bertrand, 1848-1850, 2e éd., 1859.

— *Mammifères fossiles de l'Amérique méridionale.* 1855.

— *Zoologie et Paléontologie générales,* 13 fasc. gr. in-8°. Paris, Bertrand, 1867-1875.

LARTET (E.). — *Notice sur la colline de Sansan.* 1851.

— *Sur la dentition des Proboscidiens fossiles.* B. S. G. F. 1859.

LEMOINE (V.). — Plusieurs publications sur les *fossiles de l'Éocène inférieur des environs de Reims : Simœdosaurus,* Oiseaux, *Arctocyon* et autres Mammifères de Cernay, 1878-1891.

LORTET (L.). — **Reptiles fossiles du bassin du Rhône.* A. M. de Lyon. 1892. — Etc.

MILNE-EDWARDS (A.). — **Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des Oiseaux fossiles de la France*, 2 vol. in-4° et 2 atlas. Paris, Masson, 1867-1871.

POMEL (A.). — *Catalogue des Vertébrés fossiles de la Loire et de l'Allier*, in-8°. Paris, Baillière, 1854.
— *Monographies des animaux quaternaires d'Algérie.* 1895-1897.

THIOLLIÈRE (V.). — *Poissons fossiles provenant des gisements coralliens du Jura dans le Bugey*, in-fol. Lyon, Savy, 1854. Continué par P. Gervais, in-fol. Lyon, Savy, 1874.

BOULE (M.). — *Matériaux pour l'histoire des temps quaternaires.* En collaboration avec A. GAUDRY.
— Divers mémoires *sur les Chiens, les Ours, les Hyènes, les Machairodus, les Équidés fossiles.*
— *Le Callibrachion.* En collaboration avec GLANGEAUD. 1893.
— **Le Pachyhyæna de Vaugirard.* M. S. G. F. Pal. 1903.
— **Les grands Chats quaternaires.* A. de P. 1905.
— **Les grottes de Grimaldi, géologie et paléontologie*, 1 vol. in-4°. Monaco, 1906-1910.

DEPÉRET (Ch.). — *Vertébrés miocènes de la vallée du Rhône.* A. M. Lyon, 1887.
— *Animaux pliocènes du Roussillon.* M. S. G. F. Pal. 1890-1897.
— **Mammifères de La Grive Saint-Alban.* A. M. Lyon, 1899.
— *Les Lophiodon du Minervois.* A. M. Lyon, 1907. — Et nombreuses notes sur les Mammifères fossiles.

GAILLARD (Cl.). — *Mammifères de La Grive Saint-Alban.* A. M. Lyon, 1899.
— *Les Oiseaux des phosphorites du Quercy*, in-8°. Paris, Baillière, 1908.

GRANDIDIER (G.). — **Recherches sur les Lémuriens disparus.* N. A. M. 1905.

LERICHE (M.). — Plusieurs mémoires sur *les Poissons éocènes et oligocènes de la Belgique.* 1909-1910.
— *Poissons fossiles du Nord de la France.* 1906. — Et nombreuses notes sur les Poissons fossiles.

MAYET (L.). — *Étude des mammifères miocènes des sables de l'Orléanais et des faluns de la Touraine*, in-8°. Lyon, Rey, et Paris, Baillière, 1908.

MECQUENEM (R. DE). — * *Vertébrés de Maragha*. Publications de la mission en Perse de Morgan. 1908-1911.

MONNIER (L.). — **Les Æpyornis*. A. de P. 1913.

PRIEM (F.). — **Le genre Lepidotus*. A. de P. 1908.
— **Poissons fossiles du bassin parisien*. A. de P. 1908 et Supplément, A. de P. 1911. — Et nombreuses notes sur des Poissons fossiles de diverses régions.

ROMAN (F.). — *Les Rhinocéridés de l'Oligocène d'Europe*. A. M. de Lyon. 1911.

SAUVAGE (H.-E.). — *Nombreux mémoires sur *les Poissons fossiles* d'Oran, de Licata, de l'Yonne, d'Autun, du Portugal; sur *les Reptiles fossiles* de Boulogne-sur-Mer, du Gault, du Bassin de Paris, de l'Yonne, de Fumel, etc.

THEVENIN (A.). — **Dinosauriens de Madagascar*. A. de P. 1907.
— **Les plus anciens Quadrupèdes de France*. A. de P. 1910.
— **Le Dyrosaurus*. A. de P. 1911.

TROUESSART (E.-L.). — **Catalogus Mammalium tam viventium quam fossilium*. Berlin, Friedlander, 1897-1899, et Supplément, 1904.

OUVRAGES DE PALÉONTOLOGIE HUMAINE

BOUCHER DE PERTHES. — *Antiquités celtiques et antédiluviennes*, 3 vol. in-8°. Abbeville et Paris, 1846-1865.
— *De l'homme antédiluvien et de ses œuvres*, in-8°. Abbeville et Paris, 1860.

CHRISTOL. — *Notice sur les ossements humains des cavernes du Gard*, in-8°. Montpellier, Martel, 1829.

GAUDRY (Albert). — *Contribution à l'histoire des hommes fossiles*. L'A. 1903.

GERVAIS (P.). — *Recherches sur l'ancienneté de l'Homme et la période quaternaire*, in-4°. Paris, Bertrand, 1867.

HAMY (E.-T.). — *Précis de Paléontologie humaine*, in-8°. Paris, Baillière, 1870. — Et nombreuses notes.

LARTET (E.). — *Sur l'ancienneté géologique de l'espèce humaine*. 1860.
— *Reliquiæ aquitanicæ*. En collaboration avec CHRISTY. 1866-1870. — Et diverses notes.

LARTET (L.). — *Une sépulture des anciens troglodytes du Périgord*. 1868.

MORTILLET (G. DE). — *Le Préhistorique, antiquité de l'homme*, in-12. Paris, Reinwald, 1883.

QUATREFAGES (R. DE) et HAMY. — *Crania ethnica, les crânes des races humaines*, in-4° avec atlas. Paris, Baillière, 1882.

SERRES (Marcel DE). — *Essai sur les cavernes à ossements*, 3e édit. Lyon, Savy, et Paris, Baillière, 1838.
— *Ossements humains des cavernes*. 1855.

TOPINARD (P.). — *Les Caractères simiens de la mâchoire de La Naulette*. 1886.

BOULE (M.). — *Paléontologie stratigraphique de l'homme*, in-8°. Paris, Masson, 1888.
— *L'Origine des éolithes*. L'A. 1905.
— **Les Grottes de Grimaldi. — Géologie et Paléontologie*, 1 vol. in-4°. Monaco, 1906.
— **L'Homme fossile de la Chapelle-aux-Saints*. A. de P. 1911-1913. — Très nombreux mémoires et articles dans L'A., *passim*. 1890-1914.

CARTAILHAC (E.). — *La France préhistorique d'après les sépultures et les monuments*, in-8°. Paris, Alcan, 1889.

MANOUVRIER (L.). — *Études sur le Pithécanthrope*. 1895.

MARTIN (H.). — *L'Homme fossile de la Quina*. 1912.

RIVIÈRE (E.). — *De l'antiquité de l'homme dans les Alpes-Maritimes*, in-4°. 1887.

TESTUT (Dr). — *Le Squelette quaternaire de Chancelade* (Dordogne), in-8°. Paris, Doin, 1889.

VERNEAU (R.). — **Les Grottes de Grimaldi. Anthropologie*, 1 vol. in-4°. Monaco, 1906.

PRINCIPAUX PÉRIODIQUES

Annales du Muséum, in-8°. Paris, 1802-1813.

Mémoires du Muséum, in-4° et in-8°. Paris, 1815-1832.

Nouvelles Annales du Muséum, in-8°. Paris, 1832-1835.

Archives du Muséum, in-4°. Paris, 1839-1861.

Annales des Sciences naturelles, paraissant depuis 1824, in-8°. Paris, Masson.

**Bulletin de la Société géologique de France*, paraissant depuis 1830, in-4°. Paris.

**Mémoires de la Société géologique de France*, paraissant depuis 1833, in-4°. Paris.

**Mémoires de la Société géologique de France :* Paléontologie, paraissant depuis 1890, in-4°. Paris.

Annales des Sciences géologiques, publiées sous la direction de A. MILNE-EDWARDS, pour la partie paléontologique, 1879-1891, in-8°. Paris, Masson.

**Nouvelles Archives du Muséum*, paraissant depuis 1878, in-4°. Paris, Masson.

**Archives du Muséum de Lyon*, paraissant depuis 1876, gr. in-4°. Lyon.

**L'Anthropologie*, paraissant depuis 1890 sous la direction de M. BOULE et R. VERNEAU, in-8°. Paris, Masson.

**Revue critique de Paléozoologie*, paraissant depuis 1897 sous la direction de M. COSSMANN, in-8°. Paris.

**Annales de Paléontologie*, publiées depuis 1906 sous la direction de M. BOULE, in-4°. Paris, Masson.

Les ouvrages marqués d'un astérisque sont ceux qui figurent, en totalité ou en partie, dans la Bibliothèque de la Science française, à l'Exposition de San Francisco.

LA BIOLOGIE

PENDANT bien longtemps, les études sur les êtres vivants n'ont guère mérité d'être considérées comme formant un chapitre de la *Science*. Le nom plus modeste d'*histoire naturelle* suffisait. Les *naturalistes* avaient surtout pour objet la description des formes des êtres vivants envisagés à l'état adulte ; quelques-uns d'entre eux se préoccupaient, de temps à autre, du fonctionnement d'un organe séparé, envisagé comme un rouage d'une machine, et c'était là l'embryon de ce qu'on appelle aujourd'hui la *physiologie;* mais les plus nombreux parmi ceux qui s'adonnaient à l'observation de la vie s'arrêtaient à l'étude des formes adultes ou *morphologie*.

Le nombre des formes des espèces vivantes étant colossal, — il se chiffre par millions ! — il fut de bonne heure nécessaire que les chercheurs s'entendissent pour les cataloguer d'une manière commode, et c'est pourquoi les premiers travaux d'histoire naturelle sont des travaux de *classification*. Bien des gens s'imaginent encore, de nos jours, que les sciences naturelles se bornent à la classification des formes adultes, et il existe, au XXe siècle, de nombreux naturalistes descripteurs n'ayant pas d'autre objectif.

Le Français TOURNEFORT (1656-1708) eut le mérite de proposer un système pratique de classification des plantes, système que le Suédois LINNÉ perfectionna, sans lui enlever son caractère artificiel, et qui fut bientôt abandonné pour la méthode naturelle des Jussieu, Bernard DE JUSSIEU (1699-1777), et surtout son neveu, Antoine-Laurent DE JUSSIEU (1746-1836). C'est en 1789 que ce dernier publia son *Genera plantarum secundum ordines naturales disposita*, ouvrage

marquant, au dire de Cuvier, une étape aussi importante dans l'histoire de la botanique, que la chimie de LAVOISIER dans les sciences de l'expérience.

Pour les animaux, malgré les belles publications de BUFFON (1707-1788), la classification en restait à peu près à Aristote, que Linné n'avait guère dépassé. Plusieurs savants français entreprirent, presque en même temps, de donner une classification naturelle au règne animal. Trois noms brillent, à cette époque, d'un éclat incomparable, ce sont ceux de LAMARCK (1744-1829), d'Étienne GEOFFROY SAINT-HILAIRE (1772-1844) et de Georges CUVIER (1769-1832). Ces hommes, vraiment grands, ne purent pas se résoudre à n'être que de simples collectionneurs, et chacun d'eux, en dehors de ses travaux de classification, se proposa de trouver, dans le domaine de l'histoire naturelle, des *lois* comparables à celles qui existent dans les sciences exactes; après eux, il fut possible de parler de *sciences* biologiques. A vrai dire, leur mérite, à ce point de vue, est très inégal. Cuvier établit la loi de la *corrélation des formes*, qu'il utilisa dans ses recherches ultérieures pour fonder la science appelée *paléontologie*. Étienne Geoffroy Saint-Hilaire essaya de démontrer l'*unité de composition organique*, au sujet de laquelle il entretint, avec Cuvier, des discussions restées célèbres; mais, malgré le mérite incontestable de ces deux hommes préoccupés de science vraie, Lamarck les dépasse de toute sa hauteur, car il a, du premier coup, découvert les lois fondamentales de la vie et fondé la science nouvelle qui mérite de s'appeler *Biologie*, parce qu'elle contient les lois les plus générales susceptibles d'être appliquées à tous les animaux et à tous les végétaux.

A partir de cette époque, glorieuse entre toutes pour la science française, l'histoire des sciences naturelles devient moins simple, parce que l'objet poursuivi par les chercheurs n'est plus toujours le même. A côté de ceux qui étudient les formes adultes et s'ingénient à les classer le plus scientifiquement qu'ils peuvent, il y a d'autres savants qui cherchent des lois, qui font, suivant l'expression de Lamarck, de la *philosophie zoologique*. Arrêtons-nous d'abord

à ceux qui se sont attachés plus particulièrement à l'étude des formes.

Etienne Geoffroy Saint-Hilaire, ayant remarqué l'analogie qui existe entre certains adultes des espèces inférieures et les formes embryonnaires d'autres espèces supérieures (1), fut conduit à expliquer par des *arrêts de développement* les inégalités des êtres et les *monstruosités* individuelles. Son fils, Isidore GEOFFROY SAINT-HILAIRE (1805-1861), se servit de ces idées pour fonder la *tératologie*, ou étude des monstres. (*Traité de tératologie*, 1832-1836).

L'ouvrage capital de Cuvier, pour lequel il eut d'ailleurs des collaborateurs éminents, qui s'appelaient LATREILLE, VALENCIENNES, etc., est : *le Règne animal distribué d'après son organisation* (Paris, 1816). Cet ouvrage est et restera la base de la zoologie descriptive. Mais en dehors de ses travaux de zoologie proprement dits, le grand naturaliste publia aussi, de 1812 à 1824, des *Recherches sur les ossements fossiles*, précédées d'un *Discours sur les révolutions du globe*, ouvrage extrêmement important, et duquel date la science appelée *paléontologie*.

On peut donc considérer comme successeurs de Cuvier, non seulement les purs zoologistes comme VALENCIENNES, DE BLAINVILLE, et toute cette pléiade brillante dont le plus récemment disparu était Henri DE LACAZE-DUTHIERS, mais aussi tous les paléontologistes depuis D'ORBIGNY (1802-1857), jusqu'à GAUDRY, MUNIER-CHALMAS, et parmi les vivants, DEPÉRET, le savant professeur de la Faculté des sciences de Lyon.

Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire ont été des chefs de file, et leurs écoles se sont perpétuées avec éclat pendant tout le XIX[e] siècle, mais quelle que soit la gloire justement attachée à leur nom, cette gloire disparaît devant l'auréole lumineuse dont s'entoure la mémoire de notre grand Lamarck, *le père de la Biologie*.

---

(1) On peut voir dans cette remarque le point de départ de la loi établie en 1839 par Antoine SERRES (1786-1868) : « L'embryologie est la répétition de l'anatomie comparée ». Cette loi est ordinairement attribuée à tort à Fritz Muller.

En étudiant les diverses formes des animaux vivants, et en les comparant à celles des animaux anciens dont les restes nous ont été conservés à l'état fossile, Lamarck, par une intuition géniale, dont l'histoire de l'humanité contient bien peu d'exemples, a compris que la *forme* des êtres vivants est, comme toutes les manifestations de leur activité, *un résultat* de leur fonctionnement. Un animal d'aujourd'hui est ce qu'il est, à cause de ce qui s'est passé dans la lignée dont il découle, depuis son ancêtre le plus lointain. Il suffit d'observer un être vivant sans parti pris, pour constater qu'il se construit en vivant; cela est de toute évidence; Lamarck a compris que la forme de l'espèce actuelle dépend du fonctionnement passé de la lignée, comme la forme de l'individu résulte du fonctionnement vital de l'individu. Ainsi, il n'y a plus deux choses à considérer, la forme et le fonctionnement; il n'y a pas deux sciences distinctes, la morphologie et la physiologie, mais il y a une science unique, la biologie, dans laquelle on voit les êtres à la fois mécanismes agissants et constructeurs de leur propre mécanisme.

On a donné le nom de *transformisme* à la partie du système de Lamarck, qui voit dans les formes actuelles des êtres un résultat de l'histoire de leur lignée. Mais, en même temps qu'il émettait cette théorie admirable, qui eût suffi à lui assurer une place dans le panthéon de l'humanité, Lamarck donnait les lois les plus générales qui régissent les rapports du fonctionnement avec la construction des formes, de la physiologie avec la morphologie. Lamarck n'est pas seulement le fondateur de la théorie transformiste, il est le père de la Biologie, à laquelle il a donné l'unité qui en fait véritablement une *science*. Les deux ouvrages fondamentaux de Lamarck, sont *la Philosophie zoologique* (1809), et *l'Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (1815-1822); ces deux ouvrages marquent une date mémorable dans l'histoire du génie humain.

Lamarck ne fut pas compris de son temps; il fut même oublié pendant de longues années, jusqu'à ce que l'Anglais Darwin eût mis le transformisme en honneur. Encore faut-

il remarquer que, dans le système de Darwin, la transformation historique des espèces était seule mise en évidence, sans qu'il fût question de ce qui fait la plus pure gloire de Lamarck, le rôle du fonctionnement dans la construction des organismes, en d'autres termes, le lien indissoluble qui unit la morphologie à la physiologie et qui crée l'unité de la biologie. Le succès de Darwin n'aurait pas réussi à faire revivre la gloire de Lamarck, si des savants des États-Unis d'Amérique du Nord n'avaient résolument épousé la cause de notre grand biologiste. Je citerai seulement E. D. Cope (*Primary factors of organic évolution*. Chicago, 1896) et S. A. Packard (*Lamarck, the founder of evolution* (New-York, 1901). Ce dernier livre a été traduit et complété par notre compatriote M. LANDRIEU (*Lamarck, le fondateur du transformisme, sa vie et son œuvre*. Paris, 1909). Aujourd'hui la gloire de Lamarck égale celle de Descartes et de Lavoisier, mais cet homme immense n'a pas eu d'influence sur la science française du XIXe siècle. La morphologie et la physiologie sont restées pendant près de cent ans des sciences séparées, quoique Lamarck eût compris et expliqué le retentissement du fonctionnement sur la construction des organismes et la formation des espèces.

Cependant, alors que de purs zoologistes descripteurs, dont nous avons nommé plus haut les plus notoires, s'attachaient à décrire l'anatomie des espèces, et que d'autres, plus curieux de psychologie, étudiaient comme J.-H. FABRE les mœurs des animaux, il y a eu parmi les zoologistes français, des naturalistes philosophes que l'on peut considérer comme dérivant plus ou moins directement de Lamarck. H. MILNE-EDWARDS (1800-1885) a développé, dans ses *Leçons d'anatomie et de physiologie* (1855-1881), le principe de la *division du travail;* plus récemment, on peut citer les ouvrages de GIARD (*Controverses transformistes*)*;* d'Ed. PERRIER (*la Philosophie zoologique avant Darwin*)*;* d'Yves DELAGE (*les Théories de l'Évolution*), et enfin de Félix LE DANTEC, qui s'est efforcé de mettre d'accord les deux écoles transformistes en montrant que les principes de Lamarck sont la conséquence de l'application aux tissus

de la sélection naturelle de Darwin *(Éléments de philosophie biologique; la Science de la Vie)*.

Dans cette série de naturalistes philosophes, il faut réserver une place à part à Félix DUJARDIN et à son *Histoire naturelle des infusoires* (Paris, 1841). Ce savant méconnu a eu le premier la gloire de comprendre que tous les êtres vivants sont composés de substances ayant un état physique comparable, quelle que soit leur espèce. Il annonça que les animaux et les végétaux sont tous formés de *sarcode*. Le mot n'a pas été conservé. On lui a préféré le mot *protoplasma*, d'invention plus récente, et qui a *exactement la même signification*. Mais si le mot protoplasma est aujourd'hui quotidiennement dans la bouche de tous les naturalistes, il ne faut pas oublier que ce mot est uniquement l'équivalent *plus récent* du *sarcode* de Dujardin.

Nous nous sommes occupés jusqu'à présent des seuls zoologistes; mais il ne faut pas manquer de dire que les JUSSIEU ont eu en France d'éminents successeurs. Sans rappeler de Candolle qui, quoique ayant enseigné en France, resta fidèle à Genève, sa patrie, et que nous ne pouvons pas revendiquer comme nôtre, Ad.-Théodore BRONGNIART (1801-1876), fit une *Histoire des végétaux fossiles*, qui permet de le considérer comme le père de la paléontologie végétale. Les botanistes descripteurs français ont été légion; l'un des derniers disparus, Ernest-Henri BAILLON (1827-1895), a laissé une *Histoire des plantes* qui fait autorité.

VAN TIEGHEM (1839-1893), joua un rôle très important dans la fondation de l'*anatomie végétale*, ce qui ne l'empêcha pas de se livrer à des études cryptogamiques fort remarquables; le nombre des savants français qui ont étudié les cryptogames est trop considérable pour qu'on puisse songer à les citer; mais il faut néanmoins mentionner à part les longues études de BORNET sur les algues; Bornet a d'ailleurs eu de nombreux et brillants continuateurs.

Dans le domaine botanique, deux hommes méritent une mention spéciale, et leur nom, peu célèbre jusqu'à présent, deviendra sans doute très illustre dans la suite des temps. NAUDIN a remarqué, dans les croisements des plantes, les

particularités dont on fait honneur aujourd'hui à Gregor MENDEL (*Caractères mendéliens* et *Hérédité mendélienne*). JORDAN, de Lyon, a constaté le premier l'existence, dans maintes espèces végétales, d'un nombre fini de types nettement différents les uns des autres, et cette constatation, à laquelle on n'a pas attribué tout de suite l'importance qu'elle méritait, est devenue célèbre plus tard, avec la théorie des *mutations* du Hollandais De Vries.

✲ ✲ ✲

C'est en France qu'est née la physiologie scientifique. BICHAT (1771-1802) mourut trop jeune pour donner la mesure de son génie, mais ses *Recherches sur la vie et la mort* méritent encore d'être méditées ; il est aussi l'un des précurseurs de l'*histologie*. MAGENDIE (1783-1855) entreprit des études expérimentales, que son successeur, l'illustre Claude BERNARD (1813-1878) poussa au plus haut point de perfection. Il ne faut pas oublier d'ailleurs que LAVOISIER avait commencé, quand il fut arrêté par l'échafaud de la Terreur, des études sur la respiration, qui peuvent être considérées comme d'excellentes recherches physiologiques.

Claude Bernard laissa une brillante série d'élèves. PAUL BERT (1833-1886) s'occupa principalement de l'influence sur la vie de la *Pression barométrique*. Parmi les derniers disciples du grand maître, il faut signaler DASTRE (*la Vie et la Mort*), DUBOIS, MORAT et enfin Charles RICHET, que nous retrouverons plus tard parmi les savants qui dérivent aussi de Pasteur.

C'est que, en effet, à mesure que la science avance, il devient plus difficile d'établir la filiation des savants, chacun des nouveaux venus dérivant souvent, au même titre, de plusieurs maîtres également illustres. En particulier, l'œuvre immense de PASTEUR (1822-1895) a eu un retentissement si considérable sur toutes les parties de la science biologique, qu'il devient impossible aujourdhui d'être biologiste sans dériver de Pasteur, au moins par un côté.

Malgré la valeur incontestable de ses autres travaux, le

plus grand mérite de Pasteur a été de chasser le mystère d'un très grand nombre de phénomènes auxquels on ne trouvait, avant lui, aucune cause matérielle. C'est très petit, un être vivant unicellulaire; cela ne se voit pas et ne saurait se peser; mais quand un *microbe* tombe dans un milieu favorable à sa vie, il se multiplie par sa vie même, il devient légion, et cause alors des ravages hors de proportion avec la dimension de l'élément initial qui est entré en jeu. Ainsi un seul microbe, infiniment petit, peut suffire à déterminer une *fermentation* qui altère profondément certaines subtances organiques, ou une *maladie* qui met hors d'usage le mécanisme admirable d'un animal supérieur. En mettant en évidence le rôle des microbes dans les fermentations et les maladies, Pasteur a accompli dans la science une révolution à laquelle aucune autre n'est comparable, quant à l'importance de ses résultats. L'étude des fermentations sera faite à propos de la *chimie*, celle des maladies des animaux sera faite à propos de la *médecine;* mais il y a encore d'autres domaines dans lesquels s'est fait sentir profondément l'influence pastorienne, en particulier l'agriculture et l'étude des maladies des plantes.

RAULIN, l'un des élèves directs de Pasteur, sut composer, avec des matériaux inorganiques, un milieu de culture tellement propre à la vie de *l'aspergillus niger* que ce champignon s'y développe à l'exclusion de tout autre SCHLŒSING et MUNTZ montrèrent que la formation des nitrates dans le sol est due à un microbe particulier, le ferment nitrique. Des travaux nombreux, parmi lesquels il faut citer ceux de SCHLŒSING fils et LAURENT, mirent hors de doute la réalité de la fixation de l'azote gazeux par les plantes, phénomène que GEORGES VILLE avait déjà deviné et que les deux expérimentateurs précités ont montré être le résultat de la vie d'un microorganisme vivant en symbiose avec les racines des légumineuses, A propos de symbiose, et dans le même ordre d'idées, il faut signaler les travaux d'un jeune savant, mort à la fleur de l'âge, Noël BERNARD, qui expliqua les phénomènes incompréhensibles du développement des orchidées par la vie en commun, avec ces plantes bizarres, d'un cham-

pignon symbiotique du genre *Fusarium*. Il serait impossible d'énumérer tous les travaux suscités dans le domaine des sciences naturelles par les travaux de Pasteur, signalons seulement, au hasard, les travaux d'Ant. SCHNEIDER (de Poitiers), sur les grégarines parasites des insectes, et la découverte, par LAVERAN, de l'animalcule parasite du sang de l'homme, qui lui donne la fièvre paludéenne et se transmet par la piqûre des moustiques, etc., etc.

Non seulement Pasteur a ouvert un champ prodigieux d'investigation en faisant connaître le rôle des microorganismes vivants dans les maladies et les fermentations; il a en outre fait les premiers pas, et les plus décisifs peut-être, dans la voie de la guérison des maladies microbiennes. Ici nous entrons encore dans le domaine de la médecine; il faut dire cependant qu'en ouvrant la voie de l'*immunisation* des animaux contre les maladies (vaccination charbonneuse des moutons, etc.), voie dans laquelle il avait d'ailleurs été précédé par l'Anglais Jenner (vaccination contre la variole), Pasteur n'a fait qu'appliquer le principe de Lamarck, de l'acquisition des caractères par l'habitude. A ce point de vue, notre grand Pasteur, qui, par ailleurs, a ouvert d'emblée des voies si fécondes aux recherches des biologistes, peut donc être considéré comme le continuateur du seul savant qui, dans l'ordre des sciences naturelles, soit aussi grand que lui, l'immortel Lamarck.

Dans cette voie de la guérison des maladies, Pasteur a eu de nombreux élèves, dont les travaux sont signalés dans le rapport sur la médecine. Il faut pourtant noter, comme étant du domaine de la biologie pure ou de la physiologie, les études de ROUX (sérothérapie) et de METCHNIKOFF (rôle des cellules vivantes de l'animal supérieur dans la résistance à l'infection); enfin, dans la même voie, la découverte de *l'anaphylaxie* par Charles RICHET peut être considérée comme un des chapitres les plus curieux de la science physiologique.

✿ ✿ ✿

Après ces travaux, d'une importance capitale, il devient

difficile de parler d'autres études qui ne paraissent pas immédiatement avoir joué un aussi grand rôle dans l'évolution scientifique. Il serait pourtant injuste de ne pas signaler les travaux descriptifs sur l'anatomie des tissus ou *histologie;* nous avons eu, dans cette branche des sciences naturelles, des maîtres incontestés : RANVIER, CORNIL, HENNEGUY, etc. Mais ces études se rapportent peut-être davantage à la médecine. Nous avons eu aussi des *embryologistes* de premier ordre, dont il est question dans le rapport sur les sciences médicales. Enfin, c'est peut-être aussi au chapitre de la médecine qu'il faudrait classer *l'anthropologie,* science moins précise et moins féconde sans doute que celles dont nous venons de parler, mais qui a jeté néanmoins un vif éclat, avec BROCA d'abord, puis avec MORTILLET, DE QUATREFAGES, TOPINARD, etc. D'autre part, la France a pris une part active aux explorations sous-marines, dont on trouve un compte rendu dans le livre de L. JOUBIN.

Quoiqu'il en soit de la valeur plus ou moins grande de ces sciences secondaires, nous avons signalé dans l'histoire des sciences naturelles en France, outre un nombre considérable de savants illustres, trois hommes qui brillent d'un éclat incomparable; nous dirions quatre, s'il nous était permis, à cause de ses études sur la respiration, d'y ajouter Lavoisier; ces trois géants de la science s'appellent : LAMARCK, Claude BERNARD et PASTEUR.

FÉLIX LE DANTEC.

BIBLIOGRAPHIE

LAMARCK (1744-1829). — **Œuvres choisies,* avec préface de F. Le Dantec, in-18. Paris, Flammarion, 1913.

LANDRIEUX. — **Lamarck, le fondateur du transformisme,* in-8°. Paris, Société zoologique de France, 1909.

CUVIER (1769-1832). — *Le Règne animal distribué d'après son organisation* [1816]. Nouv. éd., 11 vol. de texte et 11 atlas in-4°. Paris, Fortin et Masson, 1836-1849.



JEAN-BAPTISTE LAMARCK (1744–1829)

LITHOGRAPHIE
PAR BOILLY

CUVIER (1769-1832). — *Recherches sur les ossements fossiles des quadrupèdes* [1812]. Nouv. éd. refondue, 7 vol. in-4°. Paris, Dufour et Docagne, 1821-1834.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE (1772-1844). — **Philosophie anatomique*, 2 vol. in-8° avec 2 atlas in-folio. Paris, Méquignon-Marvis, 1818-1823.

LACÉPÈDE (1756-1825). — *Histoire naturelle des quadrupèdes ovipares et des serpents, faisant suite aux Œuvres de Buffon*, 2 vol. in-4°. Paris, 1788-1789.

DE BLAINVILLE. — *Cours de Physiologie générale et comparée, professé à la Faculté des Sciences*, 3 vol. in-8°. Paris, Baillière, 1833.

DUMÉNIL. — *Erpétologie générale ou Histoire naturelle complète des reptiles*, 10 vol. in-8° avec atlas. Paris, Roret, 1835-1850.

AUDOUIN et MILNE-EDWARDS. — *Recherches pour servir à l'histoire naturelle du littoral de la France. Voyage à Granville, aux îles Chausey et à Saint-Malo*, tome Ier, in-8°. Paris, Crochard, 1832.

VALENCIENNES et CUVIER. — *Histoire naturelle des poissons*, 22 vol. in-4°. Paris, Bertrand, 1829-1849.

LATREILLE. — **Cours d'Entomologie ou Histoire naturelle des crustacés, des arachnides, des myriapodes et des insectes*, in-8°. Paris, Roret, 1831.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE. — **Histoire générale et particulière des anomalies de l'organisation chez l'homme et les animaux ou Traité de Tératologie*, 3 vol. in-8° et atlas. Paris, Baillière, 1832-1836.

F. DUJARDIN. — *Histoire naturelle des zoophytes, infusoires*, in-8° et atlas. Paris, Roret, 1841.

J.-H. FABRE. — **Souvenirs entomologiques*, 10 vol. in-8°. Paris, Delagrave, 1879-1907.

H. MILNE-EDWARDS. — **Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparées de l'homme et des animaux*, 14 vol. in-8°. Paris, Masson, 1857-1883.

E. PERRIER. — **Les Colonies animales et la formation des organismes*. Nouvelle édition in-8°. Paris, Masson, 1898.

— **La Philosophie zoologique avant Darwin*, in-8°. Paris, Alcan, 1884.

A. Giard. — **Controverses transformistes*, in-8°. Paris, Naud, 1904.

Y. Delage. — **L'Hérédité et les grands problèmes de la biologie générale*, in-8°. Paris, Reinwald, 1895.

Y. Delage et A. Goldsmith. — **Les Théories de l'évolution*, in-18. Paris, Flammarion, 1909.

F. Le Dantec. — **Éléments de philosophie biologique*, in-16. Paris, Alcan, 1907.

— **La Science de la Vie*, in-18. Paris, Flammarion, 1912.

X. Bichat (1771-1802). — **Recherches physiologiques sur la vie et la mort* (1800). Nouvelle édition in-8°. Paris, Masson.

F. Magendie (1783-1855). — *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie*, 4 vol. in-8°. Paris, Ebrard, 1836-1842.

Claude Bernard (1813-1878). — **Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, in-8°. Paris, Baillière, 1865.

— **Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*, 2 vol. in-8°. Paris, Baillière, 1878-1879.

Brown-Séquard. — **Recherches expérimentales sur la physiologie*. Mémoires publiés dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (1).

Paul Bert. — **La Pression barométrique, recherches de physiologie expérimentale*, in-8°. Paris, Masson, 1878.

A. Dastre. — **La Vie et la mort*, in-18. Paris, Flammarion, 1903.

J. Marey. — **Physiologie du mouvement. Le vol des oiseaux*, in-8°. Paris, Masson, 1889.

P. Bonnier. — **L'Audition*, in-12. Paris, Doin, 1901.

E. Gley. — **Traité élémentaire de Physiologie* [1909]. Nouvelle édition in-8°. Paris, Baillière, 1910.

d'Orbigny. — **Paléontologie française*, in-8°. Paris, Masson, 1840 et sq.

A. Gaudry. — **Les Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques*, 3 vol. in-8°. Paris, Savy, 1877-1890.

— **Essai de Paléontologie philosophique*, in-8°. Paris, Masson, 1896.

A. de Lapparent. — **Traité de Géologie* [1882]. Nouvelle édition. 3 vol. in-8°. Paris, Masson, 1906.

(1) Collection désignée dans la suite par les lettres C. R.

Ch. DEPÉRET. — **Les Transformations du monde animal*, in-18. Paris, Flammarion, 1907.

E. HAUG. — **Traité de Géologie*, 2 vol. in-8°. Paris, Colin, 1907-1912.

P. FISCHER. — **Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie conchyliologique ou Histoire naturelle des Mollusques vivants et fossiles*, in-8°. Paris, Savy, 1885-1887.

TOURNEFORT. — *Éléments de Botanique ou Méthode pour connaître les plantes*, 3 vol. in-8°. Paris, Imprimerie Royale, 1694.

DE JUSSIEU. — *Genera plantarum secundum ordines naturales disposita*, in-8°. Parisiis, Herissant, 1789.

BRONGNIART. — *Histoire des végétaux fossiles. Recherches botaniques et géologiques sur les végétaux renfermés dans les diverses couches du globe*, in-4°. Paris, Dufour et d'Ocagne, 1828-1837.

DE CANDOLLE. — *Théorie élémentaire de la botanique ou Exposition des principes de la classification*, in-8°. Paris, Déterville, 1813.

BRISSEAU-MIRBEL. — *Éléments de physiologie végétale et de botanique*, 3 vol. in-8°. Paris, Magimel, 1815.

NAUDIN. — *Mémoires sur les hybrides du règne végétal*. C. R.

A. CHATIN. — *La Truffe. Étude des conditions générales de la production truffière*, in-12. Paris, Bouchard-Huzard, 1869.

E. BORNET et G. THURET. — *Notes algologiques*, in-4°. Paris, Masson, 1876-1880.

G. THURET. — *Études phycologiques, analyses d'algues marines*, in-fol. Paris, Masson, 1878.

H. BAILLON. — **Histoire des Plantes*, 13 vol. in-8°. Paris, Hachette, 1870-1895.

P. VAN TIEGHEM. — *Traité de Botanique* [1884]. Nouvelle édition. 2 vol. in-8°. Paris, Savy, 1890.

BONNIER et DE LAYENS. — **Flore complète de la France et de la Suisse*, in-8°. Paris, 1908.

G. BONNIER. — *Le Monde végétal*, in-18. Paris, Flammarion, 1907.

— **Flore complète, illustrée en couleurs, de France, Suisse et Belgique*, in-4°. Neuchâtel, Paris et Bruxelles.

J. Costantin. — **Les Végétaux et les milieux cosmiques*, in-8°. Paris, Alcan, 1897.
— **Le Transformisme appliqué à l'agriculture*, in-8°. Paris, Alcan, 1906.

Blaringhem. — **Les Transformations brusques des êtres vivants*, in-18. Paris, Flammarion, 1911.

N. Bernard. — **Mémoires sur la symbiose d'orchidées avec divers champignons endophytes*. C. R. Paris, 1906.

Ranvier. — **Traité technique d'Histologie* [1875-1888]. Nouvelle édition, in-8°. Paris, Savy, 1889.

A. Bolles Lee et F. Henneguy. — *Traité des méthodes techniques de l'anatomie microscopique : histologie, embryologie et zoologie* [1886]. Nouvelle édition, in-8°. Paris, Doin, 1902.

A.-V. Cornil et V. Babès. — **Les Bactéries et leur rôle dans l'anatomie et l'histologie des maladies infectieuses*, 3e éd., 2 vol. in-8°. Paris, Alcan, 1890.

Th. Schlœsing et A. Müntz. — *Sur la nitrification par les ferments organisés*. C. R., 1877-1878, et 1879.

G. Ville. — *Fixation de l'azote gazeux par les plantes*. Divers mémoires sur ce sujet sous divers titres. C. R., 1830, et 1854.

Th. Schlœsing et Laurent. — *Bactéries symbiotiques des racines des Légumineuses*.

E. Prillieux. — *Maladies des plantes agricoles et des arbres fruitiers et forestiers causées par des parasites végétaux*, 2 vol. in-8°. Paris, Didot, 1895-1897.

P.-A. Danegard. — *Karyogamie intracellulaire chez les champignons*.

Sauvageau. — *Études sur les Algues*.

Duclaux. — *L'Hygiène sociale*, in-8°. Paris, Alcan, 1901.
— **Pasteur, Histoire d'un esprit*, in-8°. Paris, Masson, 1896.

Burnet. — **Microbes et toxines*, in-18. Paris, Flammarion, 1911.

Metchnikoff. — *L'Immunité dans les maladies infectieuses*, in-8°. Paris, Masson, 1901.

Richet. — **L'Anaphylaxie*, in-12. Paris, Alcan, 1911.

Broca. — *Mémoires d'anthropologie*, 5 vol. in-8°. Paris, Reinwald, 1871-1888.

DE QUATREFAGES. — **L'Espèce humaine*, in-8°. Paris, G. Baillière, 1877.
— **De la Méthode dans les sciences*, 2 vol. in-18. Paris, Alcan, 1908.

JOUBIN. — **La Vie dans les océans*, in-18. Paris, Flammarion, 1912.

MILNE-EDWARDS. — *Expéditions scientifiques du « Travailleur » et du « Talisman » pendant les années 1880-1883*, 8 vol. in-4°. Paris, Masson, 1888-1907.

R. KŒHLER. — *Observations scientifiques de la campagne du « Caudan » dans le golfe de Gascogne*, in-8°. Lyon, Rey, 1896.

**Cartes murales destinées à l'enseignement de la Bactériologie*, publiées par l'Institut Pasteur. Paris, Masson.

❂ ❂ ❂

Archives de Zoologie expérimentale et générale, paraissent depuis 1872. Paris, Schulz.

Annales des Sciences naturelles (botanique), paraissent depuis 1824, in-8°. Paris, Masson.

**Annales de l'Institut Pasteur*, paraissent depuis 1887, in-8°. Paris, Masson.

**Bulletin de l'Institut Pasteur*, paraît depuis 1903, in-8°. Paris Masson.

**Résultats des campagnes scientifiques accomplies par Albert Ier, Prince de Monaco*, paraissent depuis 1889, gr. in-4°. Monaco.,

**Bulletin de l'Institut océanographique*, paraît depuis 1904. Monaco.

**Annales de l'Institut océanographique*, paraissent depuis 1909, 7 vol. in-4°. Monaco.

Les ouvrages marqués d'un astérisque sont ceux qui figurent, en totalité ou en partie dans la Bibliothèque de la Science française, à l'Exposition de San Francisco.

LES SCIENCES MÉDICALES

PENDANT tout le moyen âge, les médecins occupés à commenter Hippocrate, Aristote ou Galien, épuisèrent leurs efforts en des dissertations stériles. Les chirurgiens, plus pratiques, réalisèrent quelques progrès. Au XIVe siècle fut fondée la confrérie de Saint-Côme qui devait aboutir au XVIIIe siècle à la Société royale de chirurgie. Dès ses débuts elle compte parmi ses adhérents un homme de valeur, Guy DE CHAULIAC, qui publia en 1363 une *Grande Chirurgie*, exposé didactique qui fixe exactement l'état de la science à cette époque et montre l'influence considérable qu'exerçaient les philosophes et les médecins arabes. Réédité par Nicaise, cet ouvrage renferme des faits intéressants et mérite encore d'être parcouru.

A l'époque de la Renaissance, l'emploi des armes à feu changea complètement l'aspect et la nature des plaies. La gravité des blessures fit admettre que les projectiles étaient envenimés par la poudre ; pour empêcher l'empoisonnement de l'organisme, on eut recours à des procédés terribles : on promenait le fer rouge dans les plaies, on répandait de l'huile bouillante sur les membres atteints.

C'est alors qu'intervint Ambroise PARÉ. Il démontra que la balle est dénuée de propriétés toxiques ; il préconisa les traitements les plus simples, enfin, au siège de Damvilliers, en 1552, il commença à pratiquer systématiquement l'hémostase au moyen de ligatures. La méthode avait déjà été indiquée par Guy de Chauliac d'après Avicenne, mais elle n'était pas entrée dans la pratique. C'est Ambroise Paré

qui l'a mise en valeur. A. Paré a publié un livre rempli d'observations intéressantes, de détails curieux, d'idées neuves et ingénieuses. Mais il n'a pu se débarrasser des préjugés de son époque : à côté de faits scientifiques d'une valeur incontestable, on trouve des histoires bizarres et quelque peu fantastiques. MALGAIGNE a donné de cet important ouvrage une édition excellente.

Au XVIII[e] siècle on peut citer PECQUET qui décrivit le canal thoracique et découvrit le réservoir qui porte son nom (citerne de Pecquet). Ces recherches eurent un retentissement considérable, car elles tendaient à prouver qu'on avait attribué une trop grande importance au foie, une partie des aliments pénétrant non par la veine porte, mais par les chylifères. D'autres anatomistes français firent quelques constatations intéressantes, tels furent : RIOLAN, VIEUSSENS, LITTRE, MERY, DUVERNEY. A la même époque, VARANDAL, à Montpellier, décrivait sous le nom de chlorose l'anémie des jeunes filles ; BAILLOU étudiait les maladies épidémiques et, dans le groupe fort disparate des arthropathies, individualisait un type clinique particulier, le rhumatisme articulaire aigu dont il indiquait certaines complications et dont il faisait connaître les manifestations cérébrales.

Le XVIII[e] siècle compte un certain nombre de chirurgiens éminents. Tel fut Jean BASEILHAC, plus connu sous le nom de FRÈRE COME, qui fit considérablement progresser l'opération de la taille. Tels furent aussi les membres de la Société royale de chirurgie (1731-1793) parmi lesquels il convient de citer LOUIS, J.-L. PETIT et DESAULT.

Si la chirurgie faisait de nombreux progrès, la médecine qui ne parvenait pas à se dégager de la scholastique restait stationnaire. BORDEU, BARTHEZ eurent une réputation universelle, mais ils étaient plutôt métaphysiciens que médecins. Cependant VICQ D'AZYR, LIEUTAUD, PORTAL firent quelques observations intéressantes, et SÉNAC publia des recherches fort importantes sur l'anatomie et la pathologie du cœur.

A la fin du XVIII[e] siècle, LAVOISIER fondait la chimie et

ouvrait à la biologie une voie nouvelle. Il comprit que la plupart des phénomènes qui se passent dans les êtres vivants sont d'ordre chimique et prépara la grande révolution scientifique que devait réaliser le siècle suivant.

Au XIXe siècle, quatre noms méritent d'être mis immédiatement en vedette : BICHAT, mort en 1802, à l'âge de trente et un ans, qui fut le fondateur de l'anatomie générale ; LAËNNEC, qui dota la science d'une méthode nouvelle d'investigation, l'auscultation, et traça l'histoire de toutes les affections thoraciques ; Claude BERNARD, qui organisa la physiologie et introduisit en biologie la notion de déterminisme ; PASTEUR qui, par ses découvertes sur les microbes, rénova complètement l'histoire des infections.

I. ANATOMIE ET HISTOLOGIE MÉDICALES. — Nous n'insisterons pas sur les progrès réalisés par l'anatomie. Les dissections faites systématiquement depuis la Renaissance avaient permis de donner une description exacte et complète du corps humain. Les modernes se sont attachés à l'étude du système nerveux et ont ajouté un certain nombre de détails sur lesquels nous ne pouvons insister. Nous nous contenterons d'indiquer les traités didactiques publiés en France. Ce sont d'abord deux magnifiques atlas qui sont dus, l'un à BOURGERY et JACOB, l'autre à BONAMI, BROCA et BEAU. Nous signalerons ensuite le *Traité d'anatomie descriptive* de CRUVEILHIER et celui de SAPPEY qui furent longtemps classiques et deux ouvrages modernes, celui de POIRIER et CHARPY, et celui de TESTUT, tous deux remarquables par la clarté et la précision des descriptions, par l'abondance et la beauté de l'iconographie.

L'*anatomie topographique*, avec ses nombreuses applications à la chirurgie, à l'obstétrique, à la médecine, a toujours occupé en France une place importante. Nous avions autrefois deux traités extrêmement bien faits : celui de RICHET et celui de TILLAUX. Actuellement, nous possédons dans l'anatomie topographique de Testut et Jacob un ouvrage excellent.

L'enseignement pratique de l'anatomie a été réorganisé

en France par FARABEUF qui a fait considérablement progresser l'anatomie et la médecine opératoire. Il a publié avec VARNIER une *Introduction à la pratique des accouchements*, important travail d'anatomie obstétricale.

En fondant l'anatomie générale, Bichat a ouvert la voie à l'histologie. Parmi les histologistes français il convient de citer Ch. ROBIN et surtout RANVIER dont le *Traité d'histologie* est rempli de faits nouveaux et d'observations personnelles. Nous ne pouvons, même brièvement, résumer l'œuvre accomplie par les histologistes français PRENANT, MALASSEZ, HENNEGUY, RENAUT, NAGEOTTE, RETTERER, MULON, LAGUESSE, RABAUD, REGAUD, PETTIT, BOUIN. Nous nous contenterons de mentionner le récent *Traité d'histologie* de PRENANT, ouvrage aussi original que bien documenté, dans lequel une large place a été faite à l'histochimie.

II. PHYSIOLOGIE ET MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — Pendant longtemps, l'anatomie et l'histologie furent considérées comme les sciences fondamentales qui devaient servir de base aux progrès de la médecine. La tâche du clinicien semblait achevée quand on était parvenu à rattacher les symptômes observés pendant la vie à une lésion décelable après la mort. Actuellement c'est la recherche des troubles fonctionnels qui a passé au premier plan des préoccupations médicales, et c'est leur interprétation qui dirige les investigations. La physiologie et la pathologie expérimentale ont conquis ainsi la place prépondérante. Si leur histoire commence avec les travaux de Galien, si au XVIIe siècle, Harvey, en découvrant la circulation du sang, a réalisé un progrès immense, c'est seulement au XVIIIe siècle, avec Haller et Spallanzani que se développe l'étude systématique de la physiologie. A cette époque, RÉAUMUR publia des expériences fondamentales sur l'action du suc gastrique.

L'étude des *fonctions digestives* est redevable à la science française de nombreux progrès. MIALHE découvrit l'amylase salivaire. VALENTIN, puis BOUCHARDAT et SANDRAS (1845) montrèrent l'action du suc pancréatique sur l'amidon, et

CORVISART (1857) établit son rôle dans la transformation des albumines.

En 1849, Claude Bernard reconnut que le suc pancréatique dédouble les graisses neutres en glycérine et acides gras, suivant la formule établie par CHEVREUL (1813) qui le premier réussit l'analyse des graisses dont BERTHELOT devait plus tard réaliser la synthèse. Claude Bernard acheva la démonstration en faisant voir que la ligature du canal pancréatique empêche le dédoublement des graisses neutres qui se retrouvent à peu près intactes dans les matières fécales. Ses expériences, complétées par celles de DASTRE, ont montré la part respective du suc pancréatique et de la bile dans l'absorption des matières grasses par les chylifères.

C'est encore à Claude Bernard qu'on doit la découverte de l'invertine intestinale. Ce ferment reste inclus dans les cellules (BIERRY et FROUIN) et n'en sort que lorsque du saccharose arrive au contact de la muqueuse. L'attraction des ferments par les matières fermentescibles est tellement énergique, qu'introduit dans le péritoine d'un lapin le saccharose fait passer l'invertine à travers les parois de l'intestin dans la cavité abdominale (ROGER et GARNIER). Si on injecte de l'amygdaline, l'émulsine intestinale passe dans le péritoine et donne naissance à de l'acide cyanhydrique qui empoisonne l'animal.

L'étude générale des ferments a été poursuivie en France par Victor HENRI qui a donné la formule de leur action ; par DELEZENNE qui a publié d'importants travaux sur la papaïne et l'action du suc pancréatique ; par Bierry et TERROINE qui ont étudié la réaction du milieu ; par BOURQUELOT qui a fait des recherches fort originales sur la réversibilité des ferments.

Parmi les autres expériences relatives au tube digestif il faut mentionner celle de MAGENDIE qui, remplaçant l'estomac d'un chien par une vessie de porc, établit le rôle des muscles abdominaux dans le mécanisme du vomissement. La présence de l'acide chlorhydrique dans le suc gastrique a été démontrée par PROUT en 1825. Enfin BLONDLOT fut le pre-

mier à pratiquer des fistules gastriques (1843) indiquant ainsi un procédé qui a permis de poursuivre l'étude des fonctions de l'estomac.

La *physiologie du foie* a toujours fixé l'attention des savants français. La découverte fondamentale est celle de la glycogénie hépatique. Claude Bernard a montré que le foie met en réserve les hydrates de carbone sous la forme de glycogène, substance analogue à l'amidon. Il en a déterminé les origines, les caractères chimiques, les transformations ultérieures ; il en a reconnu la présence dans d'autres tissus ; il en a montré la diffusion chez le fœtus. Il a indiqué la signification de la fonction glycogénique et lui a rattaché le développement de certaines glycosuries. Ces découvertes furent le point de départ de nombreuses recherches tant en France qu'à l'étranger qui toutes ont confirmé les travaux de Bernard et en ont souligné l'importance.

Le foie agit aussi sur les graisses comme l'ont montré Claude Bernard et tout récemment GILBERT et CARNOT. Il joue dans la coagulation du sang un rôle bien mis en évidence par DOYON ; il neutralise certaines substances toxiques et détruit divers microbes comme l'ont établi plusieurs travaux français que nous retrouverons bientôt. Enfin il constitue un véritable centre thermogène comme l'a encore montré Claude Bernard.

La découverte de la glycogénie hépatique peut être considérée comme le point de départ des connaissances actuelles sur les *sécrétions internes*. C'est BROWN-SÉQUARD qui, dès 1868, dans le cours qu'il fit à la Faculté de médecine de Paris, montra l'importance des substances déversées dans le sang par les organes. Ses premières recherches remontent à 1856 et ont porté sur les *capsules surrénales*. Ces glandes ont été étudiées depuis cette époque par VULPIAN qui traitant le tissu par le perchlorure de fer lui vit prendre une coloration brun verdâtre, réaction importante qui met en évidence la présence de l'adrénaline.

ABELOUS et LANGLOIS ont établi l'intervention des capsules surrénales dans la lutte contre la fatigue. JOSUÉ a montré leur rôle dans le développement des lésions arté-

rielles : par des injections répétées d'extraits capsulaires ou d'adrénaline, il a réalisé des lésions athéromateuses et des anévrismes. Il est inutile de rappeler les nombreux travaux dont cette découverte a été le point de départ.

Parmi les recherches poursuivies sur les glandes à sécrétion interne, nous devons signaler tout spécialement celles de GLEY qui a eu le mérite de commencer l'histoire physiologique des *glandes parathyroïdes;* MOUSSU montra que leurs fonctions sont différentes de celles dévolues à la thyroïde.

Nos connaissances sur la physiologie de l'*appareil respiratoire* commencent avec les travaux de Lavoisier sur l'oxygène. L'étude des échanges gazeux et des variations du quotient respiratoire a été abordée par W. Edwards, REGNAULT et REISET et poursuivie par CHAUVEAU, Richet, HANRIOT, LAULANIÉ. Les recherches de Gautier ont renové l'histoire des échanges respiratoires des tissus, en montrant l'importance de la vie anaérobie des cellules.

A la suite des observations de JOURDANET sur *la vie dans les altitudes*, P. BERT a entrepris, sur la *pression barométrique*, une série de recherches parmi lesquelles nous indiquerons tout spécialement celles sur l'état permanent d'anoxhémie dans les altitudes, sur l'adaptation à l'insuffisance d'oxygène, sur le maintien de la vie dans l'air raréfié.

C'est aux travaux français qu'on est redevable de nos connaissances fondamentales sur l'*appareil circulatoire.* BUISSON et surtout MAREY ont montré tout le parti qu'on peut tirer de la méthode graphique. En opérant sur le cheval, Chauveau et Marey ont fixé d'une façon définitive la succession des mouvements du cœur.

L'action du système nerveux sur le cœur a été étudiée avec grand soin par les physiologistes allemands. Mais LEGALLOIS, avant von Bezold, a montré l'influence de la moelle épinière. Dastre et MORAT ont découvert les fibres accélératrices des pneumogastriques; François FRANCK a étudié l'influence des excitations sensitives sur le rythme cardiaque.

L'histoire des *nerfs vaso-moteurs* commence en France au XVIIIe siècle avec l'expérience célèbre de POURFOUR DU

Petit qui vit la section du sympathique cervical déterminer une vaso-dilatation de la face. Claude Bernard reprit et acheva la découverte des vaso-constricteurs et reconnut en excitant la corde du tympan l'existence des nerfs vaso-dilatateurs. L'étude des vaso-moteurs fut complétée par les recherches de Brown-Séquard, de Vulpian, de Dastre et Morat qui montrèrent l'ubiquité des vaso-dilatateurs et par celles de P. Bert, Laffont, Camus et Gley, qui mirent en évidence les vaso-moteurs des vaisseaux lymphatiques.

Les recherches expérimentales sur les fonctions dévolues au *système nerveux*, commencées par Galien et continuées par Haller, n'ont abouti à de grandes découvertes qu'au XIXe siècle. Flourens ayant réussi à maintenir en vie des grenouilles et des pigeons auxquels il avait extirpé le cerveau, détermina le rôle de cet organe dans les diverses manifestations de l'activité psychique. Puis il montra les fonctions du cervelet, décrivit les effets produits par les lésions des pédoncules cérébelleux, fit quelques recherches sur le corps strié et s'attacha enfin à l'étude du bulbe. Déjà Legallois avait indiqué le rôle de la moelle allongée dans la respiration. Flourens, dans des expériences d'une précision parfaite, parvint à localiser en un point précis, improprement dénommé *nœud vital*, le centre des mouvements respiratoires.

L'étude de la physiologie des centres bulbaires a été reprise par Claude Bernard qui découvrit une région dont la piqûre détermine la glycosurie et tira de ce fait d'importantes déductions pour le mécanisme de certains diabètes. En pratiquant des piqûres sur divers points du plancher du quatrième ventricule, Claude Bernard obtint de la polyurie ou de l'albuminurie ou de la salivation. Des expériences récentes poursuivies en France démontrent que le centre bulbaire de la salivation est mis en action par les pneumogastriques, ce qui explique le ptyalisme consécutif aux excitations de l'œsophage ou de l'estomac (*réflexe œso-phago-salivaire et réflexe gastro-salivaire*).

En 1821, Magendie démontra le rôle des *racines antérieures*

et des *racines postérieures*, les premières servant à la transmission des incitations motrices, les secondes au passage des impressions sensitives. Mais il reconnut que les racines antérieures ont une certaine sensibilité due à quelques fibres des racines postérieures. Cette *sensibilité récurrente* bien étudiée par LONGET et Claude Bernard s'observe aussi dans les parties périphériques du système nerveux, comme l'ont montré ARLOING et TRIPIER. Enfin Claude Bernard et Chauveau ont établi le rôle des racines postérieures dans la coordination motrice et ont fourni ainsi l'explication physiologique de la démarche qu'on observe dans l'ataxie.

Nous signalerons encore, sans y insister, les recherches de Claude Bernard sur le rôle trophique du trijumeau et les effets de la section intracranienne de ce nerf, sur l'action sécrétoire du glosso-pharyngien, sur les *réflexes ganglionnaires*; celles de LIÉGEOIS et de Vulpian sur les nerfs de l'iris; celles de Arloing, Morat et Doyon sur le rôle trophique du sympathique. Mais il faut faire une mention spéciale des travaux de Flourens sur les *canaux semi-circulaires*. Les troubles de l'équilibre qu'il observait expliquaient le syndrome vertigineux décrit par MÉNIÈRE. Ces recherches furent reprises par DE CYON qui, par d'admirables expériences réalisées au laboratoire de Claude Bernard, démontra que les trois canaux, disposés suivant les trois coordonnées de l'espace, peuvent être considérés comme les organes d'un sens spécial.

La *physiologie des mouvements* est véritablement l'œuvre de DUCHENNE, de Boulogne. L'électrisation localisée lui a permis de déterminer le rôle des différents muscles du corps humain, travail immense dont les résultats sont exposés dans trois ouvrages : l'*Électrisation localisée*, la *Physiologie des mouvements* et le *Mécanisme de la physionomie humaine*.

Ce travail d'analyse a été complété par les recherches de Marey qui, en utilisant la *chronophotographie*, parvint à saisir les phases successives des mouvements les plus complexes et à photographier les divers temps de la marche, de la course, du saut et du vol des oiseaux.

Chauveau a parachevé nos connaissances sur la physio-

logie des mouvements en montrant d'une façon péremptoire que l'énergie nécessaire est fournie au muscle par le glycose. L'expérience qu'il a réalisée avec KAUFMANN sur le masséter du cheval est devenue classique et nous ramène à l'histoire de la glycogénie hépatique : en fournissant à l'organisme le sucre dont il a besoin pour ses dépenses énergétiques, le foie est le collaborateur de la contraction musculaire.

Un chapitre nouveau a été ouvert à la physiologie expérimentale par les recherches récentes sur les *greffes*, sur la *survie des cellules* et la *culture des tissus*. C'est à un savant français, CARREL, attaché à l'institut Rockfeller de New-York, que nous sommes redevables de nos principales connaissances sur ces importantes questions. Les travaux de notre compatriote ont reçu, il y a deux ans, la consécration du prix Nobel.

Les physiologistes français ont écrit un certain nombre d'ouvrages généraux et de traités didactiques. En 1868, Longet a fait paraître un traité de physiologie en 3 volumes qui résume parfaitement l'état de la science à cette époque. L'œuvre de Claude Bernard est exposée dans 18 volumes, recueil incomparable de faits et d'observations dont la lecture est singulièrement suggestive, car, en dehors des résultats bien connus, on y trouve une série de recherches inachevées, d'idées originales qui n'ont pas été développées et qui sont simplement indiquées comme pouvant servir de point de départ à de nouvelles investigations. Enfin nous appellerons l'attention sur le *Dictionnaire de physiologie*, que publie Ch. RICHET avec la collaboration de nombreux savants français et étrangers, encyclopédie complète dont neuf volumes ont déjà paru.

A côté du dictionnaire de physiologie il convient de citer le *Traité de physique biologique* publié par d'ARSONVAL, Chauveau, GARIEL, Marey, WEISS, et le *Traité de radiologie* publié sous la direction de BOUCHARD.

III. PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — Les résultats de la physiologie et de la médecine expérimentale servent de base aux conceptions actuelles de la *pathologie générale*. Cette



AMBROISE PARÉ (1517-1590)

FAC-SIMILE D'UN BOIS TIRÉ
DES *Œuvres d'A. Paré* 1575

branche des sciences médicales a conquis en France, grâce la puissante impulsion donnée par Bouchard, une place prépondérante. On peut s'en rendre compte en parcourant le nouveau *Traité de pathologie générale*, publié sous la direction de Bouchard et ROGER, dont les deux premiers volumes ont paru récemment et la *Physiopathologie clinique* de GRASSET, véritable traité de physiologie appliquée à la médecine.

Dans tous les travaux des physiologistes et des pathologistes contemporains une place importante est réservée aux *intoxications* et aux *auto-intoxications*.

Parmi les *poisons* dont l'étude a fait progresser les sciences biologiques il convient de mettre à part le curare. On sait quel parti Claude Bernard a tiré de cette substance : elle lui a permis de réaliser des dissociations fonctionnelles que la vivisection la plus fine n'aurait pu réussir. Ses recherches ont été complétées par les expériences très précises de M. et Mme LAPICQUE.

Il est impossible de passer sous silence les études de LANCEREAUX, LABORDE et MAGNAN, DUJARDIN-BEAUMETZ et AUDIGÉ, CADÉAC et MALLET, JOFFROY et SERVEAUX sur l'alcoolisme et la toxicité des différentes substances entrant dans la composition des boissons alcooliques; celles de TANQUEREL DES PLANCHES sur le saturnisme, sur les paralysies saturnines liées à des névrites segmentaires périaxiles (GOMBAULT), celles de Claude Bernard, GRÉHANT, NICLOUX sur l'intoxication oxy-carbonée. Les venins du crapaud, de la salamandre, du triton, ont été étudiés avec soin par Vulpian et par PHISALIX, celui des abeilles par P. Bert, celui de la vipère par Kaufmann.

Les travaux de Phisalix et BERTRAND ont commencé l'étude de la sérothérapie antivenimeuse qui a été complétée et achevée par CALMETTE. Toute cette question se trouve exposée dans le volume de Calmette sur *les Venins*.

L'importance des auto-intoxications ressort d'une série considérable de travaux exécutés ou inspirés par Bouchard. Dans la plupart de ces questions, Bouchard a été l'initiateur; il a su grouper les faits épars et les réunir

dans une synthèse puissante et féconde. Reprenant les anciennes expériences de SÉGALAS et VAUQUELIN, de FELTZ et RITTER, il a établi définitivement que l'urine renferme des substances toxiques dont la quantité et les propriétés varient au cours des divers états physiologiques et pathologiques. Recherchant l'origine des poisons urinaires, Bouchard a reconnu qu'ils proviennent en partie des tissus, en partie du tube digestif. De nombreuses expériences démontrent, en effet, que les tissus renferment des substances toxiques, dont les unes, les plus actives, sont thermolabiles, dont les autres résistent à la chaleur et peuvent être séparées par l'alcool. En opérant avec des extraits préparés à froid, on constate que l'injection préalable d'une dose non mortelle confère immédiatement une immunité contre l'action d'une ou de plusieurs doses mortelles. Ce phénomène a été étudié par Roger, Gley, CHAMPY, LAMBERT, ANCEL et BOUIN, et décrit sous les noms de tachyphylaxie (Gley) et tachysynéthie (Roger).

Ce qui n'est pas moins important, c'est l'étude des substances qui se dégagent des tissus par suite de leur autolyse. En opérant avec le poumon, on obtient un produit fortement hypertenseur (Roger).

Les poisons du tube digestif rentrent pour une part dans le groupe des poisons putrides. C'est un Français, GASPARD, de Saint-Étienne qui, le premier, démontra la toxicité des matières putréfiées. L'étude chimique en a été poursuivie par A. GAUTIER, ETARD, l'étude expérimentale par Bouchard et par METCHNIKOFF qui leur fait jouer un grand rôle dans le développement des altérations séniles. A côté de ces substances toxiques, il en est d'autres qui prennent naissance par le jeu régulier des cellules digestives ou par l'action des sucs sur les aliments. C'est à ces substances, normalement élaborées dans les parois gastro-intestinales et non aux poisons putrides qu'il faut rattacher les accidents de l'occlusion intestinale, comme l'ont montré Roger et GARNIER, dont les recherches ont été confirmées et complétées par un grand nombre de savants américains, Draper-Maury, Bunting et Jones, Stone et Bernheim.

Les poisons introduits ou formés dans l'organisme peuvent être neutralisés par diverses sécrétions, arrêtés ou transformés par un grand nombre de glandes. C'est ainsi que la bile diminue dans des proportions marquées l'action des poisons putrides (Roger, VINCENT); si elle n'est pas antiseptique et ne s'oppose pas à la pullulation des microbes, elle entrave leur action sur les matières fermentescibles. Parmi les organes capables d'arrêter et de transformer les poisons, il faut citer surtout le foie et le poumon (Roger). Ces organes exercent aussi, en même temps que la rate, une action destructive sur un grand nombre de bactéries.

Si les savants français ont longuement étudié les influences qui expliquent la résistance aux intoxications, ils ont abordé le problème inverse. En recherchant les effets produits par les injections successives d'une même substance, Richet a decouvert un processus nouveau qu'il a décrit sous le nom d'*anaphylaxie*. Il a montré que les actinies renferment un poison, la thalassine, soluble dans l'alcool, dont l'injection intra-veineuse provoque du prurit et de l'urticaire. Si, quelques jours plus tard, on pratique une deuxième injection avec une dose inoffensive, on obtient des effets beaucoup plus marqués. Il y a donc une augmentation considérable de la sensibilité. Cette même substance possède, au contraire, la propriété d'immuniser contre le poison insoluble dans l'alcool, la congestine, vaso-dilatateur de l'intestin.

L'étude de l'anaphylaxie a été complétée par les travaux d'ARTHUS, physiologiste français, actuellement professeur à l'Université de Lausanne, qui a découvert les effets toxiques locaux et généraux produits par les injections répétées de petites doses de sérum de cheval à des lapins.

Parmi les autres sujets ressortissant à la pathologie générale, il faut signaler les *troubles nutritifs*, longuement étudiés par Bouchard. A. Gautier a poursuivi d'importantes recherches sur la distribution de l'iode et de l'arsenic dans l'organisme et sur leur signification physiologique. Enfin, CHAUFFARD et GRIGAUT ont publié d'intéressantes observations sur le cholestérine.

L'étude de l'inoculabilité du *cancer* commence, après deux observations de HANAU, par un mémoire fondamental de MOREAU ; elle a été reprise dans ces derniers temps par BORREL.

La *tératologie* constitue un important chapitre de la pathologie générale. Deux noms méritent d'être mis en vedette : celui de GEOFFROY SAINT-HILAIRE, qui a fait la classification des monstres, et celui de DARESTE, le fondateur de la tératologie expérimentale. Mais il serait injuste de ne pas citer les intéressantes expériences de CHABRY et de FÉRÉ.

IV. PATHOLOGIE MÉDICALE. — Jusqu'à la fin du XVIII[e] siècle, les médecins se contentaient d'observer les troubles morbides et de noter simplement les manifestations facilement appréciables. Un médecin de Vienne, Auenbrugger, introduisit dans la science une méthode fondamentale, la percussion. Mais son idée n'eut aucun succès et risquait fort d'être oubliée si CORVISART ne l'avait reprise et ne l'avait mise en valeur. « La découverte d'Auenbrugger était si peu connue que Corvisart aurait pu s'en approprier facilement la priorité et se poser comme l'inventeur de la percussion. Mais, comme tous les hommes de grand mérite qui dédaignent d'acquérir une gloire facile aux dépens d'autrui, il se contenta du rôle modeste et secondaire de traducteur et d'interprète. Auenbrugger put encore, quelque temps avant de mourir, assister au triomphe de son idée nouvelle, triomphe auquel seul il n'aurait pu atteindre et dont il ne devait goûter les douceurs que grâce au concours d'un homme admirablement doué et noblement désintéressé » (1).

Nous avons cru intéressant de reproduire l'hommage rendu à Corvisart par le professeur Herman Eichhorst. Mais la conduite de notre illustre compatriote n'a rien d'extraordinaire : les savants français ont toujours tenu à

(1) EICHHORST : *Traité de diagnostic médical*, trad. Marfan et Weiss, Paris, 1897, p. 169.

honneur de citer leurs précurseurs et n'ont jamais laissé dans l'ombre les travaux des étrangers.

En face de la percussion parachevée par PIORRY, se dresse une autre méthode encore plus féconde en découvertes, c'est celle que LAËNNEC a décrite sous le nom d'*auscultation* et qui a complètement rénové l'étude des affections cardiaques et des affections pulmonaires. Mais Laënnec ne s'est pas contenté d'indiquer une méthode nouvelle, il en a poursuivi les applications avec ténacité et persévérance et a décrit la plupart des types cliniques actuellement connus.

La *pathologie du cœur* commence, avons-nous dit, avec les travaux de SÉNAC qui publia au XVIIIe siècle un magnifique ouvrage en deux volumes. Le premier, orné de planches fort exactes, donne une description anatomique de l'organe; le second, consacré à ses troubles fonctionnels, renferme une étude remarquable du syndrome que BEAU dénomma plus tard asystolie.

Laënnec, en auscultant le cœur, découvrit les bruits de souffle dont BOUILLAUD et POTAIN précisèrent les caractères et la valeur sémiologique. Un autre médecin français, COLIN, entendit le premier, le frottement péricardique.

L'histoire des cardiopathies a été complétée par DUROZIEZ, qui décrivit le rétrécissement mitral pur, par Marey, Potain, François Franck, qui appliquèrent la méthode graphique à l'exploration clinique; par Potain, qui étudia les variations de la pression au moyen de son sphygmomanomètre; par PACHON, qui a récemment inventé un appareil très précis, l'oscillomètre, permettant de mesurer la tension maxima et la tension minima. L'œuvre considérable de Potain est exposée dans sa *Clinique médicale de la Charité;* on y trouve, à la suite des travaux du maître, une série de recherches poursuivies par ses collaborateurs SUCHARD, TEISSIER, VAQUEZ et un important mémoire de François Franck sur la digitaline.

Il est enfin deux syndromes qui ont été individualisés en France : l'angine de poitrine, décrite en 1768, par ROU-

GNON, quelques mois avant HEBERDEN, et la tachycardie paroxystique essentielle dont on doit la connaissance à BOUVERET.

Les travaux de l'École française n'ont pas moins contribué au progrès de la pathologie de l'*appareil respiratoire.* C'est ainsi que les bronchites, confondues avec diverses affections pulmonaires sous le nom de catarrhe, ont été individualisées par PINEL, BROUSSAIS et surtout Laënnec.

L'œdème du poumon a été décrit par Laënnec, puis par ANDRAL. C'est encore Laënnec qui a découvert les hémorragies parenchymateuses du poumon, dont il a indiqué les deux formes principales, l'une diffuse, l'autre circonscrite; cette dernière constituant ce qu'il appela un infarctus et se traduisant pendant la vie, par le rejet de crachats hémoptoïques.

L'histoire de la pneumonie est particulièrement intéressante. Grâce à l'auscultation, Laennec a pu décrire d'une façon précise les trois périodes de la maladie, montrant la valeur sémiologique des râles crépitants, du souffle, des râles sous-crépitants de retour. L'histoire clinique fut complétée par RILLIET et Barthez qui ont indiqué les caractères spéciaux de la pneumonie infantile, par HOURMANN et DECHAMBRE qui en ont fait l'étude chez les vieillards, par GRISOLLE qui a publié sur la question une monographie complète. L'agent pathogène, le pneumocoque, fut trouvé par Pasteur dans la salive d'un enfant; son rôle dans la pneumonie a été établi par TALAMON, dont la découverte a été confirmée et complétée par FRÄNKEL. Enfin, NETTER a poursuivi des recherches systématiques qui ont mis en évidence les localisations pneumococciques sur l'endocarde, les méninges, l'oreille moyenne.

Parmi les autres affections pulmonaires, individualisées par l'École française, on peut citer le cancer du poumon, (BAYLE, Laënnec), la gangrène pulmonaire (Bayle, Laënnec) dont la bactériologie est bien connue depuis les travaux de VEILLON; l'emphysème pulmonaire (Laënnec, Andral); la sclérose du poumon (Andral, Cruveilhier); la dilatation bronchique (Laënnec).

Dans le chapitre des pleurésies, nous retrouvons le nom de Laënnec, qui a donné le moyen de les diagnostiquer par l'auscultation. GRANCHER a montré comment on peut les différencier d'une affection qui les simule et qu'il décrivit sous le nom de spléno-pneumonie, LANDOUZY établit la nature tuberculeuse de la pleurésie banale attribuée au coup de froid. Enfin, DIEULAFOY et Potain ont indiqué le traitement, aujourd'hui classique, par la thoracentèse et l'évacuation du liquide au moyen d'un appareil aspirateur.

Le pneumothorax a été décrit par les auteurs français. Hippocrate avait bien indiqué un des signes de l'affection, le bruit du flot obtenu par la succussion, mais il l'attribuait à la présence d'un liquide. ITARD découvrit les épanchements gazeux. Laënnec, puis TROUSSEAU indiquèrent les signes qui permettent de les reconnaître.

Pour ne pas allonger démesurément cette notice, nous citerons simplement dans la *pathologie digestive*, trois affections dont la connaissance est due aux médecins français. La stomatite ulcéro-membraneuse, décrite par BRETONNEAU, qui ne sut pas la distinguer de la diphtérie, fut individualisée par BERGERON ; comme l'angine chancriforme, elle est sous la dépendance de l'association fuso-spirillaire (Vincent). Les ulcères du tube digestif ont été observés sur le duodénum, par Broussais, dès 1824, puis par RAYER et ROBERT. En 1830, Cruveilhier différencia du cancer l'ulcère simple de l'estomac et en indiqua les principaux caractères. Enfin, les premières observations d'appendicite ont été publiées en France, par MESTIVIER, JODELOT, MÉLIER, LEUDET, DUPLAY ; la description générale de la maladie a été tracée par NIMIER, Broca, TALAMON, Dieulafoy.

Il serait injuste de passer sous silence la part prise par HAYEM et LION, dans l'étude des affections gastriques et de ne pas mentionner les travaux de GLÉNARD sur l'entéroptose ou mieux l'organoptose.

Les médecins français se sont toujours occupés, avec une prédilection marquée, des *affections hépatiques*. Laënnec décrivit, en 1829, la cirrhose atrophique et lui imposa le nom qu'elle porte actuellement.

La cirrhose hypertrophique, signalée par REQUIN et par OLIVIER (de Rouen), a été individualisée par HANOT (1876) dans un mémoire justement célèbre. Depuis cette époque, on a décrit la cirrhose hypertrophique graisseuse (HUTINEL, SABOURIN), la cirrhose paludéenne (KELSCH et KIENER), la cirrhose pigmentaire du diabète bronzé (HANOT et Chauffard), la cirrhose atrophique tuberculeuse (Hanot), la cirrhose hypertrophique alcoolique avec ascite (Hanot et GILBERT),

L'étude de la syphilis hépatique a commencé en France, avec GUBLER, RICORD, Lancereaux. Enfin, Gilbert a décrit les ictères acholuriques et a fait une étude complète de la cholémie familiale, dont il a montré la grande fréquence.

Peu de temps après les découvertes fondamentales de Bright, Rayer a publié un traité des *maladies des reins*. Ce livre, rempli de faits nouveaux, constitue, suivant l'expression de Bartels, les véritables archives des affections rénales. L'étude anatomo-pathologique de ces affections a été rénovée par les recherches de CORNIL et BRAULT. Le mécanisme des troubles fonctionnels a été élucidé par ACHARD et WIDAL.

Achard a montré que pour être renseigné sur la perméabilité rénale, il suffit d'introduire dans l'organisme du bleu de méthylène et d'en suivre l'élimination par l'urine, méthode fort simple, qui est devenue rapidement classique. Il a indiqué ensuite le rôle des divers sels dans la production des œdèmes. Widal a repris la question et a montré que, dans les néphrites avec œdèmes ou néphrites hydropigènes, il y a rétention des chlorures, dans les néphrites urémigènes, il y a rétention azotée. Comparant les quantités d'urée contenues dans le sang et dans l'urine, AMBARD a établi une formule algébrique (constante d'Ambard) qui permet d'étudier d'une façon précise le fonctionnement des reins.

Les affections du *système nerveux*, par leur fréquence et leur bizarrerie, ont de tout temps fixé l'attention des observateurs. Mais jusqu'au commencement du XIXe siècle, rien n'était plus confus et plus désordonné que leur histoire.

C'est aux savants français que revient le mérite d'avoir individualisé les principaux types cliniques. Quelques noms méritent d'être mis en relief : OLLIVIER (d'Angers) qui commença l'étude des affections médullaires ; Broca, l'initiateur des localisations cérébrales ; Duchenne (de Boulogne), qui individualisa un grand nombre d'affections ; Vulpian, qui mena de front l'étude clinique et expérimentale ; CHARCOT, qui décrivit des types nouveaux, réunit et coordonna les travaux épars, créa l'École de la Salpêtrière, dont la réputation attira et continue d'attirer un grand nombre d'étrangers.

Parmi les *affections cérébrales* décrites en France pour la première fois, nous citerons le ramollissement (ROSTAN) ; l'hémorragie (ROCHOUX) due, dans un grand nombre de cas, à la rupture d'un anévrisme miliaire (Charcot et Bouchard), les paralysies alternes (MILLARD, Gubler) ; la paralysie pseudo-bulbaire (LÉPINE) ; enfin, la paralysie générale progressive, dont BAYLE indiqua les symptômes et les lésions, et dont l'origine syphilitique a été établie par FOURNIER.

C'est encore en France que commence l'étude des *localisations cérébrales*. Bouillaud reconnut que le siège du langage se trouve dans les lobes frontaux et, pour étayer son opinion, fit quelques expériences sur des chiens. DAX montra que la lésion siège toujours du côté gauche, Broca donna la localisation exacte dans la troisième circonvolution frontale. Dans ces derniers temps, cette localisation qui semblait si bien établie, a été mise en doute ; une polémique s'est engagée entre DÉJERINE, qui soutient l'opinion classique, et MARIE, qui s'efforce de la renverser, polémique extrêmement intéressante, car les auteurs ont apporté à l'appui de leur thèse un grand nombre d'observations nouvelles.

L'étude des localisations a grandement progressé, grâce aux faits cliniques publiés par Charcot, PITRES, Déjerine, aux expériences poursuivies par CARVILLE et DURET, François Franck, BOCHEFONTAINE, Lépine.

Dans ces derniers temps, BABINSKI, ayant repris l'étude

de l'hémiplégie, a trouvé deux signes nouveaux qui sont devenus rapidement classiques : le signe du peaucier et le phénomène des orteils. Marie a fait connaître le réflexe contro-latéral des adducteurs.

Les hémorragies méningées ont été séparées des hémorragies cérébrales par SERRES (1819) et, si Virchow a décrit admirablement la pachyméningite hémorragipare, il a été précédé dans cette étude par Cruveilhier.

Tandis que la physiologie du *cervelet* était éclairée par les recherches de Flourens, Longet, Vulpian, la pathologie progressait grâce aux observations d'Andral, de Duchenne, de HILLAIRET, qui décrivit les hémorragies cérébelleuses. Tout récemment, Babinski a apporté une contribution importante à l'étude de la question en faisant connaître l'asynergie cérébelleuse et la diadococinésie. Marie a isolé un nouveau syndrome, l'hérédo-ataxie cérébelleuse, Déjerine et THOMAS ont décrit l'atrophie ponto-cérébelleuse.

Les *myélites* ont été séparées des méningites par Ollivier, d'Angers, qui décrivit même les cavités pathologiques de la moelle et créa le mot de syringomyélie. L'origine infectieuse de certaines myélites a été établie par les observations cliniques de Marie et par les expériences de Roger, Gilbert et Lion, THOINOT et MASSELIN, Widal et BEZANÇON. Cette notion étiologique doit être étendue aux myélites chroniques, notamment au tabes, dont la nature syphilitique a été démontrée par FOURNIER.

Les premières observations d'*ataxie locomotrice* sont dues à HUTIN, MONOD, Ollivier, Cruveilhier. C'étaient des faits épars. Le neurologiste allemand Romberg eut le mérite de tracer l'histoire de la maladie (1851). Mais c'est Duchenne de Boulogne, qui différencia définitivement l'ataxie des paraplégies (1858). Charcot montra la fréquence des formes frustes et décrivit les arthropathies ; TOPINARD indiqua les crises gastriques ; FÉRÉOL, les crises laryngées. Les lésions caractéristiques des cordons postérieurs ont été découvertes par Charcot et PIERRET.

Si l'histoire du tabes a largement profité des travaux français, si les lésions de la paralysie infantile ont été dé-

crites pour la première fois par Duchenne, Vulpian et Pierret, d'autres affections ont été découvertes et complètement étudiées en France : telles sont la sclérose en plaques (Charcot et Vulpian, 1866), la sclérose latérale amyotrophique (Charcot, 1872), l'atrophie musculaire progressive (Duchenne, ARAN) dont l'étude anatomo-pathologique a été faite par Cruveilhier qui observa l'atrophie des racines antérieures et par LUYS, qui décrivit les lésions des cellules. La paralysie labio-glosso-laryngée, dont Trousseau et DUMESNIL avaient observé quelques cas isolés, fut individualisée par Duchenne (1860), tandis que les lésions étaient découvertes par Charcot, Duchenne, JOFFROY. Enfin, LANDRY décrivit un type clinique particulier, la paralysie ascendante aiguë.

La France a largement contribué à l'étude des *névrites périphériques* dont les premières descriptions sont dues à Gubler et à Dumesnil (de Rouen) et à l'histoire des *myopathies* dont le premier type clinique fut isolé par Duchenne sous le nom de paralysie pseudo-hypertrophique. Landouzy et Déjerine ont fait une étude remarquable des myopathies atrophiques progressives.

Pour les *névroses*, il suffit de rappeler l'importante contribution apportée à l'étude de l'hystérie par BRIQUET, Charcot, RICHER, PITRES et par Babinski qui a complètement modifié les conceptions anciennes en montrant le rôle capital du pithiatisme.

Enfin, nous ne pouvons oublier CABANIS qui, par son beau livre sur les *Rapports du physique et du moral de l'homme*, a été le précurseur de la pbsychologie expérimentale.

Les traités français de neuropathologie sont fort nombreux. Le dernier paru est celui de Déjerine sur la Sémiologie du système nerveux, ouvrage remarquable dont la belle exécution typographique et iconographique répond à la haute valeur du texte.

Il serait trop long de parler du rôle qui revient aux travaux français dans l'étude des *maladies infectieuses*. Nous nous contenterons de rappeler les recherches de BRETONNEAU sur la diphtérie et le mémoire de GUERSANT sur le faux

croup et de signaler l'invention du tubage par BOUCHUT.

La fièvre typhoïde a été différenciée des infections qui la simulent par LOUIS, tandis que PETIT et Serres, puis Bretonneau décrivaient les altérations caractéristiques des plaques de Peyer. Parmi les travaux contemporains, il suffit de rappeler ceux de Widal et SICARD sur le sérodiagnostic, de CHANTEMESSE et de Vincent sur la vaccination antityphique.

On ne peut parler de la syphilis sans citer constamment les noms de Ricord, BASSEREAU, FOURNIER. Dans un article récent (mars 1915), le professeur allemand Lesser a consacré une belle notice nécrologique à Fournier, « l'homme qui, jusqu'à l'ère nouvelle, contribua le plus à étendre nos connaissances relatives à la syphilis ».

L'histoire de la tuberculose est particulièrement intéressante. Bayle donna une description remarquable des affections consomptives des poumons. Laënnec fit une étude complète, anatomique et clinique, de la phtisie pulmonaire et affirma que la granulation grise, le tubercule jaune et la masse caséeuse ne sont que les trois aspects différents d'une seule et même maladie. En face de la doctrine uniciste de Laënnec, la science allemande a dressé la théorie dualiste. Reinhard, Virchow, Niemeyer, affirmèrent que les lésions caséeuses doivent être soigneusement différenciées des granulations ; que les deux processus relèvent de deux maladies différentes. Cependant, en 1866, VILLEMIN commençait la publication de ses mémorables recherches sur l'inoculabilité de la tuberculose. Il montrait que la maladie se transmet facilement de l'homme aux animaux et que l'inoculation des masses caséeuses aussi bien que l'inoculation des granulations détermine l'éclosion de lésions identiques.

Quelques années plus tard, en 1872, Grancher et THAON transportaient la question sur le terrain même qu'avaient choisi les savants allemands et, au nom de l'histologie, affirmaient l'unicité de la tuberculose. La découverte du bacille devait apporter un dernier appui à la théorie uniciste acceptée aujourd'hui sans conteste.

Parmi les *maladies chroniques*, nous devons mentionner le rhumatisme chronique, isolé par LANDRÉ-BEAUVAIS et surtout le diabète sucré dont BOUCHARDAT a fait une étude complète. MARCHAL (de Calvi) et LASÈGUE ont décrit les paralysies diabétiques. Lancereaux a découvert les lésions du pancréas, Bouchard a montré le rôle de la bradytrophie, Lépine a poursuivi sur le ferment glycolytique des recherches bien connues et a indiqué l'existence d'un diabète rénal. L'œuvre considérable de Lépine est résumé dans son traité du diabète.

On peut voir, dans le *traité du sang* de Gilbert et WEINBERG, la part qui revient aux travaux français, parmi lesquels nous signalerons ceux de HAYEM sur la morphologie des globules rouges, sur les hématoblastes, les crises hématiques et les anémies ; ceux de VAQUEZ sur l'hyperglobulie ; ceux de WEIL qui s'est attaché à l'étude de l'hémophilie et a montré qu'on peut en combattre et en arrêter les manifestations par les injections de sérum sanguin.

La détermination exacte des différentes variétés de leucocytes qu'on peut déceler dans le sang ou dans les exsudats fournit de précieux renseignements sur la nature des processus morbides. Widal a montré l'importance de ces faits et a créé ainsi une méthode qu'il a désignée sous le nom de cyto-diagnostic. Weil a montré que la variole provoque une myélocytose intense, de sorte que l'examen du sang permet, dans certain cas, de trancher un diagnostic difficile.

A l'étude du sang se rattache l'histoire des *organes hématopoiétiques*. Roger, JOSUÉ, DOMINICI, HAUSHALTER et SPILLMANN ont étudié les modifications de la moelle des os dans les états infectieux ou toxiques. BEZANÇON et LABBÉ ont décrit les modifications des ganglions, Roger et GHIKA celles du thymus.

Mentionnons encore la lymphadénie aleucémique ou adénie décrite pour la première fois par BONFILS et une forme spéciale de splénomégalie individualisée par GAUCHER.

Marie a fait connaître une maladie nouvelle, l'acromégalie, qui est liée à une altération de l'hypophyse. BRISSAUD

et Mège en rapprochent le gigantisme dont ils ont fait une excellente description. Garnier a étudié les lésions de la thyroïde dans les infections et les intoxications et a décrit la sclérose thyroïdienne des tuberculeux.

L'origine thyroïdienne du goitre exophtalmique a été démontrée par Mobius, mais avec une bonne foi parfaite le célèbre neurologiste allemand a rendu justice à son précurseur, le médecin français Gautier (de Charolles).

Les *traités didactiques de pathologie interne* sont fort nombreux. Parmi les anciens il faut signaler le *Compendium de médecine* de Delaberge, Monneret et Fleury qui résume exactement l'état de la science dans la première moitié du XIXe siècle (1836-46). Parmi les modernes il faut faire une place à part à deux traités devenus classiques : celui de Brouardel, Gilbert et Thoinot et celui de Charcot, Bouchard et Brissaud.

Le *Nouveau traité de médecine* qui doit remplacer ce dernier ouvrage, dont la deuxième édition est actuellement épuisée, sera publié sous la direction de Bouchard, Roger, Widal, Teissier et Gouget. Sans les événements actuels les premiers volumes auraient paru en novembre 1914.

A côté des traités de pathologie, il convient de placer les *leçons cliniques*, notamment celles de Trousseau et celles de Dieulafoy; les premières rendent compte de ce qu'était l'enseignement clinique il y a une cinquantaine d'années, les secondes font voir ce qu'il est devenu. Nous constatons ainsi qu'il s'est adapté aux méthodes nouvelles, tout en conservant le caractère hautement pratique qui lui a valu une si grande réputation.

L'anatomie pathologique qui complète les études cliniques est exposée dans de nombreux ouvrages français. Un des plus beaux est l'atlas de Cruveilhier, c'est un recueil de magnifiques planches d'une exactitude parfaite; en le feuilletant on passe en revue tout ce que peut apprendre l'anatomie macroscopique. Lancereaux a publié plusieurs volumes d'anatomie pathologique remplis d'observations originales. Le manuel d'histologie pathologique de Cornil et Ranvier est depuis longtemps classique en France.

V. CHIRURGIE ET SPÉCIALITÉS. — Dans la revue que nous venons de faire, nous avons laissé de côté le rôle de la France dans le développement de la chirurgie et des diverses spécialités. C'est qu'un exposé, même sommaire, des méthodes que les chirurgiens et les spécialistes ont indiquées, des instruments qu'ils ont inventés dépasserait les limites de cette notice et serait forcément incomplet. Sans doute, il serait très intéressant de faire ressortir l'œuvre de LARREY et de DESGENETTES, les chirurgiens de la grande armée; de DUPUYTREN qui s'appuya sur l'anatomie et la physiologie pour formuler les indications opératoires; de LISFRANC, Malgaigne, NÉLATON, VELPEAU, GOSSELIN, VERNEUIL, TERRIER LUCAS-CHAMPIONNIÈRE qui ont largement contribué aux progrès de la chirurgie et de la technique chirurgicale. Nous pourrions parler encore de CHASSAIGNAC qui inventa le drainage; d'OLLIER, célèbre par ses recherches sur la chirurgie osseuse; de RECLUS qui a réglementé l'anesthésie locale, sans oublier les contemporains, DELBET, DELORME, DOYEN, HARTMANN, LEJARS, MONTPROFIT, TUFFIER....

Les traités didactiques de chirurgie sont fort nombreux. Sans parler des ouvrages anciens de BOYER, Nélaton, FOLLIN et DUPLAY, nous possédons actuellement deux traités complets, l'un publié sous la direction de LE DENTU et Delbet, l'autre sous la direction de Duplay et Reclus.

Le succès qu'a obtenu le *Traité de chirurgie d'urgence* de Lejars a nécessité la publication à courte distance de sept éditions successives.

Les quatre volumes des *Travaux de chirurgie anatomo-cliniques* de Hartmann, ouvrage d'une puissante empreinte personnelle, traduisent la préoccupation constante d'élever la chirurgie sur des bases scientifiques.

Parmi les branches spéciales de la chirurgie, nous ne mentionnerons que les voies urinaires et la gynécologie.

Sans remonter à frère Come, il faut citer CIVIALE qui créa la lithotritie (1824) et DÉSORMEAUX qui inventa l'endoscope. Depuis longtemps, le service des voies urinaires à l'hôpital Necker, transformé en une chaire de clinique, a été dirigé

par des spécialistes éminents, dont l'enseignement a toujours attiré un grand nombre de savants étrangers. Le premier titulaire de la chaire, GUYON, est universellement connu et a formé des élèves tels que BAZY, ALBARRAN, LEGUEU le titulaire actuel de la chaire.

Nos connaissances en gynécologie sont exposées dans deux importants ouvrages, l'un est dû à FAURE et SIREDEY, l'autre est l'œuvre de POZZI et JAYLE.

L'*obstétrique* compte des représentants illustres. Ce furent à la fin du XVIIe siècle MAURICEAU, au XVIIIe, LEVRET, qui inventa le forceps (1747), puis BAUDELOCQUE, DUBOIS, DEPAUL, TARNIER, PINARD, BUDIN, BAR, COUVELAIRE. Parmi les ouvrages d'obstétrique, celui de RIBEMONT-DESSAIGNE et LEPAGE est depuis longtemps classique, celui de Bar est rempli de faits nouveaux et personnels.

Les ouvrages relatifs à la *pædiatrie* médicale sont fort nombreux, depuis le traité justement célèbre de RILLIET et BARTHEZ, jusqu'au traité de Grancher et COMBY, et au traité publié par HUTINEL, qui est tout récent.

Les affections de la première enfance et la puériculture sont largement redevables aux recherches de PARROT qui a résumé ses observations personnelles dans son livre sur l'athrepsie, de BUDIN, de MARFAN qui a fait paraître un excellent traité sur l'allaitement.

Parmi les chirurgiens qui se sont attachés aux affections de l'enfance, il faut citer LANNELONGUE, bien connu par ses recherches sur l'ostéomyélite, KIRMISSON qui s'est spécialisé dans l'orthopédie, BROCA qui vient de publier un important traité de chirurgie infantile.

Diverses *spécialités* ont pris, en France un grand développement et ont donné lieu à de nombreuses publications parmi lesquelles nous citerons trois ouvrages didactiques : le *Traité d'oto-rhino-laryngologie* de LERMOYEZ et MOURE, le *Traité de pathologie mentale* de GILBERT BALLET, la *Pratique dermatologique* de BESNIER, BROCQ, JACQUET, qui met en évidence les acquisitions accumulées depuis les recherches fondamentales de BAZIN. Enfin, POUCHET a écrit sur la pharmacologie médicale une série d'ouvrages parmi

lesquels un Précis de pharmacologie devenu classique.

Nous ne pouvons terminer ces renseignements bibliographiques, sans signaler les grandes encyclopédies médicales qui ont été publiées en France. C'est d'abord le Dictionnaire en 30 volumes (1832-1846), puis le *Dictionnaire pratique de médecine et de chirurgie* (1864-1886) qui fut dirigé par JACCOUD et comprend 40 volumes. Enfin, de 1864 à 1900 parurent les 100 volumes du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, vaste recueil dont la publication commencée par DECHAMBRE fut achevée par LEREBOULLET. C'est une véritable bibliothèque où sont traitées toutes les questions relatives à la médecine avec de nombreux articles sur les diverses sciences biologiques, et des biographies excellentes.

VI. MICROBIOLOGIE MÉDICALE. — Un nom domine et jusqu'à un certain point personnifie toute l'histoire de la bactériologie; c'est celui de PASTEUR. Sans doute, de nombreux précurseurs avaient préparé la grande révolution scientifique dont Pasteur fut l'artisan. Dès le début du XVII[e] siècle, Leuwenhoeck avait vu et figuré des microbes. Au XVIII[e] siècle, SPALLANZANI avait établi, par des expériences admirables, que la génération spontanée n'existait pas. Mais ses travaux, bien que Voltaire en eût souligné l'importance, ne fixèrent pas l'attention des savants. En 1837, un physicien français, CAGNARD de LATOUR, montra que dans la fermentation alcoolique du sucre la levure se développe, qu'elle augmente de quantité, qu'elle se comporte comme un végétal. Cette découverte fut étouffée par l'école de Liebig dont elle renversait la théorie sur les ferments.

C'est alors que Pasteur, abordant l'étude du problème, démontra par des expériences d'une précision parfaite, que dans les conditions actuelles il n'y a pas de génération spontanée, que les fermentations et les putréfactions sont dues à l'apport des germes venant de l'extérieur. C'est ainsi qu'il décrivit le ferment lactique (1857) et le ferment butyrique (1861); ce dernier ne pouvant végéter qu'à l'abri de

l'oxygène, Pasteur venait de découvrir une nouvelle classe d'êtres vivants : les anaérobies.

Après avoir publié d'admirables recherches sur les altérations du vin et de la bière et sur les maladies des vers à soie, Pasteur tourna son attention sur les maladies des animaux supérieurs et s'attacha tout d'abord à l'étude du charbon.

L'agent pathogène du *charbon* était déjà connu. Deux savants français Rayer et Davaine l'avaient découvert, en 1850, dans le sang d'un mouton qui avait succombé à l'infection. C'est la première fois qu'on voyait un microbe pathogène. Sa nature végétale fut démontrée par un professeur de l'École vétérinaire d'Alfort, Delafond qui en mettant du sang charbonneux dans des verres de montre, vit les batonnets s'allonger en forme de filaments.

Appliquant à l'étude du bacille charbonneux la méthode des cultures artificielles dont il est l'inventeur, Pasteur put isoler à l'état de pureté l'agent pathogène, suivre son développement, déterminer son action sur les animaux, établir en un mot que la bactéridie de Davaine produit le charbon comme l'acare produit la gale.

Deux nouvelles découvertes allaient bientôt se réaliser. En faisant des inoculations en série, Davaine découvrit l'exaltation des virus ; en pratiquant des cultures dans des conditions dysgénésiques, Pasteur découvrit leur atténuation. Puis, à la suite des travaux trop peu connus de Toussaint, professeur à l'École vétérinaire de Toulouse, Pasteur démontrait qu'on peut préparer des vaccins charbonneux. Il établit leur innocuité et leur efficacité. Grâce à cette découverte, les maladies charbonneuses ont rapidement diminué et tendent à disparaître.

La virulence n'est pas la seule propriété des microbes sur laquelle l'expérimentateur puisse agir. De nombreux travaux publiés en France ont établi qu'en variant les conditions dans lesquelles végètent les microbes, on peut supprimer leurs fonctions sporogènes (Roux), leurs fonctions chromogènes (Charrin et Roger), modifier leurs formes (Charrin et Guignard). Les expérimentateurs français se

sont encore occupés de préciser les conditions qui favorisent l'action pathogène des microbes et ont mis en évidence le rôle du traumatisme (CHAUVEAU), du surmenage (Charrin et Roger), du refroidissement (BOUCHARD), des associations microbiennes (Roger, VAILLARD, VINCENT, ROUGET).

La France a contribué à la découverte d'un grand nombre de bactéries. Parmi les plus importantes, nous citerons : le *pneumocoque*, trouvé dans la salive par Pasteur, dans les crachats des pneumoniques par TALAMON ; le *bacille de la peste*, découvert par YERSIN ; le *bacille pyocyanique* (GESSARD) qui possède une action pathogène mise en évidence par les travaux de Charrin et qui produit une matière bleue cristallisable, la pyocyanine, isolée du pus bleu par FORDOS. Signalons encore le bacille de la *tuberculose pisciaire* (DUTARD, BATAILLON, TORRE), le bacille de la *psittacose* (NOCARD), les *bacilles paratyphiques*, dont l'étude a commencé avec les travaux d'ACHARD, le bacille de la *gangrène gazeuse* (Pasteur), le bacille du *charbon symptomatique* (ARLOING, CORNEVIN et THOMAS), de nombreux *microbes anaérobies* dont VEILLON et ses collaborateurs ont montré le rôle dans le développement de la gangrène.

A côté des bactéries, on peut placer les *champignons pathogènes*. Dans le groupe important des *Streptothrix* ou *Discomyces*, rattachés par SAUVAGEAU et RADAIS au genre *Oospora*, nous citerons d'abord l'agent qui produit le farcin du bœuf, (*O. farcinica*), dont la découverte est due à NOCARD, découverte importante qui a conduit les mycologues italiens à donner à tout le genre le nom de *Nocardia*. Des champignons rentrant dans ce groupe ou dans des groupes voisins produisent les différentes formes de mycétomes comme l'ont démontré les recherches de Vincent, BOUFFARD, NICOLLE, PINOY, BRUMPT. Signalons encore une espèce très répandue, *Oospora pulmonalis* (Roger, SARTORY, BORY) qui joue un rôle important dans la pathologie de l'appareil respiratoire.

Diverses levures pathogènes ont été décrites en France par TROISIER et ACHALME, CURTIS, VUILLEMIN et LEGRAIN,

BLANCHARD, SCHWARTZ et BINET. SABOURAUD a poursuivi sur les teignes d'importants travaux qui sont devenus classiques. Enfin, à côté de *Sporotrichum Schenki*, il faut faire une large place à *Sporotrichum Beurmanni*, découvert et étudié par DE BEURMANN, MATRUCHOT, RAMOND, GOUGEROT.

Parmi les *parasites animaux* décelés par des savants français, il faut citer les trichomonas (DONNÉ, 1837) et les microfilaires trouvées par DEMARQUAY dans le liquide d'une hydrocèle chyleuse.

Mais la découverte fondamentale qui a eu un retentissement mondial et a ouvert une voie nouvelle à l'étude des infections, est sans contredit celle de l'hématozoaire du paludisme par LAVERAN en 1880. On sait que le prix Nobel est venu consacrer les travaux de Laveran dont on trouvera l'exposé dans son *Traité du paludisme*.

Depuis cette époque, Laveran, MESNIL, BRUMPT, NICOLLE, les frères SERGENT, SCHNEIDER et BOUFFARD, BOSC ont poursuivi sur les parasites animaux des recherches intéressantes et bien connues.

Les *virus filtrants* ont été étudiés par NOCARD et ROUX qui ont décrit l'agent de la péripneumonie bovine, virus filtrant un peu spécial, cultivable sur les milieux artificiels. Remlinger et Riffas bey ont reconnu que le virus rabique traverse le filtre de porcelaine. BONNET a donné une démonstration analogue pour la clavelée et CARRÉ pour la maladie des chiens.

Il est établi actuellement que les agents animés n'agissent que par les substances solubles qu'ils renferment ou qu'ils excrètent. Le rôle des *poisons microbiens* a été définitivement établi par les recherches de Chauveau, Bouchard, CHARRIN; par celles de Roux et Yersin qui ont fait connaître les véritables caractères et les propriétés de la toxine diphtérique. Les savants français ont largement contribué à l'étude de quelques autres toxines; de celles produites par le bacille tétanique (Vaillard et Vincent), le vibrion cholérique (Metchnikoff, Roux, SALIMBENI), le bacille charbonneux (MARMIER), les staphylocoques (COURMONT), le pneumocoque (CARNOT et FOURNIER). Les toxines adhérentes

ont fait l'objet d'intéressantes recherches poursuivies par AUCLAIR avec le bacille tuberculeux. BOIDIN a étudié la toxine adhérente ou exotoxine du bacille charbonneux; RIST et MÉNARD ont déterminé l'action de l'exotoxine diphtérique. Enfin BESREDKA a publié d'importantes recherches sur les endotoxines.

D'autres travaux ont fait connaître les poisons élaborés par les champignons pathogènes ou les parasites animaux. LAVERAN et MESNIL ont étudié les toxines produites par les sarcosporidies du mouton. Laveran et PETIT, celles que sécrète le trypanosome du rat.

Deux grands processus collaborent à la protection de l'organisme contre les infections. C'est la *phagocytose* que METCHNIKOFF a découverte et dont il a poursuivi l'étude dans une série de travaux admirables. Ce sont les modifications du plasma sanguin dont l'étude, commencée en Allemagne, a été reprise en France par Bouchard et ses élèves. Au cours de ces recherches, deux faits nouveaux ont été mis en évidence : le sérum des animaux immunisés a la propriété d'atténuer la virulence des microbes; il acquiert le pouvoir de les agglutiner.

L'*agglutinement des bactéries*, découvert par Charrin et Roger en 1889, sert de base à la méthode du *séro-diagnostic* dont Widal a doté la science et dont il a fait l'application à la fièvre typhoïde. Quelques années plus tard, Roger établissait qu'on peut vacciner les animaux contre le champignon du muguet (*Endomyces albicans*), et montrait que le sérum acquiert la propriété d'agglutiner cette mycolevure. Widal confirma le fait et ajouta qu'il y a au cours des mycoses, co-agglutinement de plusieurs champignons et, s'appuyant sur ces résultats expérimentaux, il établit le séro-diagnostic de la sporotrichose.

Nous avons déjà rappelé, en parlant du charbon, les découvertes de Pasteur sur l'atténuation des virus et la *vaccination*. C'est encore Pasteur qui, à la suite de quelques tentatives de GALTIER, incomplètes mais intéressantes, trouva le moyen de vacciner contre la rage après que le virus a été déposé dans la plaie. Enfin, en ces derniers

temps, des recherches importantes ont été poursuivies sur la vaccination antityphique par Chantemesse et par Vincent.

Si la découverte de la sérothérapie appartient à l'Allemagne, les travaux français ont largement contribué à faire progresser cette branche nouvelle de la thérapeutique. Il suffit de citer les recherches de Roux et MARTIN, Vaillard, DOPTER et de rappeler le rôle de Calmette dans la préparation du sérum antivenimeux.

On peut se faire une idée d'ensemble de nos connaissances actuelles sur les maladies infectieuses et leurs agents pathogènes à l'aide des trois ouvrages suivants : *Traité pratique de bactériologie* de MACÉ ; *Traité des maladies épidémiques* de KELSCH, exposé remarquable de toutes les questions ressortissant à l'épidémiologie et à l'hygiène ; *les Maladies infectieuses*, de Roger, dont une édition en langue anglaise a été publiée en Amérique ; tout en faisant une étude générale de bactériologie et de pathologie infectieuse, l'auteur a résumé dans ce livre ses recherches personnelles.

VI. CENTRES D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES MÉDICALES. — Il existe en France un grand nombre d'établissements dont les laboratoires sont organisés pour les recherches médicales. Les facultés de médecine sont au nombre de 9 (8 facultés d'État et 1 faculté libre) auxquelles il convient d'ajouter les écoles donnant un enseignement élémentaire. Dans les hôpitaux des grandes villes, à côté des cliniques officielles dépendant des facultés, fonctionnent des cliniques libres dont les titulaires font un enseignement fort utile et fort apprécié.

Les facultés des sciences, en dehors des cours préparatoires de physique, de chimie et d'histoire naturelle, que les étudiants doivent suivre pendant un an avant de pouvoir commencer les études médicales, possèdent des chaires et des laboratoires de physiologie, d'histologie, d'anatomie comparée, de chimie biologique,

Le Collège de France de Paris, compte trois chaires de physiologie ou de médecine, illustrées par Corvisart, Laënnec, Magendie, Flourens, Claude Bernard, Marey,

Brown-Séquard, Charrin, dont les titulaires actuels sont D'ARSONVAL, François Franck et GLEY. Une chaire d'histologie créée pour RANVIER est occupée par NAGEOTTE. Enfin, on a fondé récemment un enseignement d'hydrologie et un cours de médecine coloniale.

Aux environs de Paris, dans le Parc-aux-Princes, est installé l'Institut Marey.

L'Institut Pasteur a organisé un enseignement complet de la bactériologie. Ses laboratoires merveilleusement installés attirent un grand nombre de savants étrangers. Il nous suffira de rappeler que Haffkine y a poursuivi ses études sur le vaccin anticholérique, que Bordet y a réalisé plusieurs découvertes qui devaient illustrer son nom ; que Levaditi y a fait d'importants travaux sur la syphilis et la scarlatine. Quelques savants étrangers semblent s'y être fixés d'une façon définitive. Sans parler de Metchnikoff, sous-directeur de l'Institut, on peut citer Weinberg bien connu par l'application qu'il a faite de la méthode de Bordet-Gengou au diagnostic des kystes hydatiques et Besredka qui a publié d'intéressantes expériences sur l'anaphylaxie et sur les virus sensibilisés. On peut poursuivre à l'Institut Pasteur des recherches de bactériologie et de parasitologie, de chimie biologique, de physiologie et de médecine expérimentale. Un hôpital bien aménagé permet de mener de front les études cliniques et scientifiques. Enfin, on organise actuellement un Institut pour l'étude du radium et des diverses radiations, qui relèvera pour la partie physique de la Faculté des sciences et pour la partie biologique de l'Institut Pasteur.

VII. SOCIÉTÉS SAVANTES ET PUBLICATIONS MÉDICALES. — Les sociétés médicales sont extrêmement nombreuses. Parmi les principales, il faut mentionner : l'ACADÉMIE DE MÉDECINE de Paris ; la SOCIÉTÉ MÉDICALE DES HOPITAUX ; la SOCIÉTÉ DE CHIRURGIE ; la SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE, particulièrement active, qui compte trois sociétés filiales en France à Bordeaux, Marseille, Nancy et deux filiales à l'étranger, l'une à Bucarest, l'autre à Pétrograd.

Il suffit de parcourir les volumes annuels de ces quatre grandes sociétés pour voir combien sont nombreux les travaux qui y sont présentés, combien intéressantes les discussions qu'ils suscitent.

Il y a dans toutes les grandes villes de province des sociétés médicales, et à Paris, des sociétés pour les diverses spécialités.

Tous les ans ont lieu des Congrès médicaux français qui attirent toujours un grand nombre d'étrangers. En octobre 1912 a été organisé à Paris le premier Congrès international de pathologie comparée, qui a groupé médecins, physiologistes, vétérinaires, phytopathologistes et a obtenu un très vif succès. Tous les pays, sauf l'Allemagne, y furent représentés.

Il y a en France 159 journaux, revues ou recueils de médecine qu'on peut décomposer de la façon suivante : 54 sont consacrés à la médecine générale, 40 à Paris, 14 en province ; 10 publient des travaux d'anatomie, d'histologie, de physiologie, de pathologie expérimentale, de bactériologie et de parasitologie ; 95 sont réservés aux diverses spécialités ; on peut ajouter 12 publications pour les sciences auxiliaires : chimie, physique, pharmacie.

Parmi les nombreuses publications hebdomadaires ou bi-hebdomadaires, une des principales est *La Presse médicale*, qui est dirigée par BONNAIRE, FAURE, JAYLE, LANDOUZY, DE LAPERSONNE, LERMOYEZ, LETULLE et ROGER, et paraît deux fois par semaine.

Ne pouvant citer toutes les revues d'un caractère scientifique, nous mentionnerons seulement les *Annales de l'Institut Pasteur*, les *Archives de médecine expérimentale*, le *Journal de physiologie et de pathologie générale*, qui publient des articles originaux et renfermant de magnifiques planches facilitant la lecture du texte.

✿ ✿ ✿

L'exposé rapide et succinct que nous venons de faire ne donne qu'une faible idée de la part qui revient à la France

dans le progrès des sciences médicales. Nous nous sommes contentés d'indiquer les grandes lignes de l'évolution scientifique, signalant seulement les découvertes qui ont ouvert des horizons nouveaux, ou qui ont dirigé les recherches dans une route peu explorée. Les quelques exemples que nous avons choisis suffiront à montrer que, sur bien des points, les savants français ont été des initiateurs. Sans méconnaître ni rabaisser la science allemande, sans vouloir laisser dans l'ombre les grandes découvertes qu'elle a réalisées dans ces dernières années, sans lui marchander la gloire qui lui revient, nous croyons que la France a contribué, comme autrefois, au mouvement scientifique. Elle a continué à travailler, avec ses qualités et ses défauts. Moins bien disciplinée que l'Allemagne, elle a peut-être plus d'originalité; si elle pousse moins loin les investigations, elle a entrevu peut-être un plus grand nombre de faits nouveaux. Mais nous ne voulons pas établir de comparaison. Nous apportons seulement quelques documents qui permettront de juger l'œuvre médical de la France.

Henri ROGER.

BIBLIOGRAPHIE

I. — ANATOMIE ET HISTOLOGIE

X. Bichat — **Anatomie générale appliquée à la Physiologie et à la Médecine*, 2 vol. in-8°. Paris, Steinheil, 1900-1901.

L. Testut. — **Traité d'Anatomie humaine*, 4 vol. in-8°. Paris, Doin, 1899-1900.

Testut et Jacob. — **Traité d'anatomie topographique avec applications médico-chirurgicales*, 2 vol. in-8°. Paris, Doin, 1905.

L. Ranvier. — **Traité technique d'histologie*, 2e éd. in-8°. Paris, Savy, 1889.

Prenant, Bouin et Maillard. — **Traité d'histologie*, 2 vol. in-8°. Paris, Masson, 1904-1911.

II. — PHYSIOLOGIE, PHYSIQUE, CHIMIE

LONGET. — **Traité de Physiologie*, 3 vol. Paris, Alcan.

C. RICHET. — **Dictionnaire de Physiologie*, 9 vol. gr. in-8°. Paris, Alcan, 1909-1913.

MAREY. — **Travaux de l'Association de l'Institut Marey*, 2 vol. in-8°. Paris, Masson, 1905-1910.

P. BERT. — **La Pression barométrique, recherches de physiologie expérimentale*, in-8°. Paris, Masson, 1878.

D'ARSONVAL. — **Traité de Physique biologique*, 2 vol. in-8°. Paris, Masson, 1901-1903.

C. BOUCHARD. — **Traité de Radiologie médicale*, gr. in-8°. Paris, Steinheil, 1904.

III. — PATHOLOGIE

BOUCHARD et ROGER. — **Nouveau traité de Pathologie générale*, 2 vol. in-8°. Paris, Masson, 1912-1914.

CHARCOT, BOUCHARD et BRISSAUD. — **Traité de Médecine*, 10 vol. gr. in-8°, 2e éd. Paris, Masson, 1899-1905.

V. HUTINEL. — **Les Maladies des enfants*, 5 vol. in-8°. Paris, Asselin et Houzeau, 1909.

DUPLAY et RECLUS. — **Traité de Chirurgie*, 8 vol. gr. in-8°. Paris, Masson, 1897-1899.

BAR, BRINDEAU et CHAMBRELENT. — **La Pratique de l'art des accouchements*, 3e éd., 2 vol. gr. in-8°, Paris, Asselin et Houzeau, 1914.

FARABEUF et VARNIER. — **Introduction à l'étude clinique et à la pratique des accouchements*, gr. in-8°. Paris, Steinheil, 1909.

J. GRASSET. — **Traité élémentaire de Physiopathologie clinique*, 3 vol. in-8°. Montpellier, Coulet, 1911-1915.

F. LEJARS. — **Traité de Chirurgie d'urgence*, 7e éd., in-8°. Paris, Masson, 1913.

LAËNNEC. — **Traité de l'auscultation immédiate et des maladies des poumons et du cœur*, in-8°. Paris, Asselin, 1879.

CORNIL et RANVIER. — **Manuel d'histologie pathologique*, 4 vol. in-8°, 3e éd. Paris, Alcan, 1901-1912.

TROUSSEAU. — **Clinique médicale de l'Hôtel-Dieu*, 3 vol. in-8°. Paris, Baillière, 1861-1865.

G. DIEULAFOY. — **Clinique médicale de l'Hôtel-Dieu*, 4 vol. in-8°. Paris, Masson, 1899-1910.

IV. — BACTÉRIOLOGIE ET INFECTIONS

A. LAVERAN. — **Traité du paludisme*, in-8°, 2e éd. Paris, Masson, 1907.

A. KELSCH. — **Traité des maladies épidémiques*, 3 vol. in-8°. Paris, Doin, 1894-1910.

G.-H. ROGER. — **Les Maladies infectieuses*, 2 vol. in-8°. Paris, Masson, 1902.

MACÉ. — **Traité pratique de Bactériologie*, 2 vol. in-12. Paris, Baillière, 1888-1900.

INSTITUT PASTEUR. — **Planches murales de Bactériologie*, 65 pl. Paris, Masson.

V. — PATHOLOGIE SPÉCIALE, HYGIÈNE, MATIÈRE MÉDICALE

S. POZZI. — **Traité de Gynécologie clinique et opératoire*, 4e éd., 2 vol. in-8°. Paris, Masson, 1906-1907.

J. DÉJERINE. — **Sémiologie des affections du système nerveux*, in-8°. Paris, Masson, 1914.

G. BALLET. — **Traité de Pathologie mentale*, in-8°. Paris, Doin, 1903.

BESNIER, BROCQ et JACQUET. — **La Pratique dermatologique*, 4 vol. in-8°. Paris, Masson, 1900-1907.

GILBERT et WEINBERG. — *Traité du sang*, 2 vol. Paris, Baillière.

H. HARTMANN. — **Travaux de chirurgie anatomo-clinique*, 4 vol. gr. in-8°. Paris, Steinheil, 1903-1913.

G. POUCHET. — **Précis de Pharmacologie et de matière médicale*, in-8°. Paris, Doin, 1907.

A. CALMETTE. — **Les Venins, les animaux venimeux et la sérothérapie antivenimeuse*, in-8°. Paris, Masson, 1907.

POTAIN. — *Clinique de la Charité*, in-8°. Paris, Masson, 1894.

R. LÉPINE. — **Le Diabète sucré*, in-8°. Paris, Alcan, 1909.

HAYEM et LION. — **Maladies de l'estomac*, in-8°. Paris, Baillière, 1912.

VI. — PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

**Annales de Dermatologie et de Syphiligraphie*, paraissent depuis 1869, in-8°. Paris, Masson.

**Annales de l'Institut Pasteur*, paraissent depuis 1887, in-8°. Paris, Masson.

**Annales des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx*, paraissent depuis 1875, in-8°. Paris, Masson.

Annales médico-psychologiques, paraissent depuis 1843, in-8°. Masson.

**Archives d'anatomie microscopique*, paraissent depuis 1897, in-8°. Paris, Masson.

**Archives de médecine des enfants*, paraissent depuis 1898, in-8°. Paris, Masson.

**Archives de médecine expérimentale et d'anatomie pathologique*, paraissent depuis 1889, in-8°. Paris, Masson.

**Archives d'ophtalmologie*, paraissent depuis 1881, in-8°. Paris, Steinheil.

**Bulletin de l'Académie de médecine*. Nouvelle série, paraît depuis 1872, in-8°. Paris, Masson.

**Bulletin et Mémoires de la Société de Biologie*, paraissent depuis 1884, in-8°. Paris, Masson.

**Bulletin et Mémoires de la Société de Chirurgie*, in-8°. Paris, Masson.

**Bulletin et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux*, paraissent depuis 1875, in-8°. Paris, Masson.

**Nouvelle Iconographie de la Salpêtrière*, paraît depuis 1888, in-8°. Paris, Masson.

**Journal de Chirurgie*, paraît depuis 1888, in-8°. Paris, Masson.

**Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, paraît depuis 1899, in-8°. Paris, Masson.

**Journal de Radiologie et d'Électrologie*, paraît depuis 1914, in-8°. Paris, Masson.

**Journal d'Urologie médicale et chirurgicale*, paraît depuis 1912, in-8°. Paris, Masson.

**La Presse Médicale*, paraît depuis 1894, in-4°. Paris, Masson.

**Revue de Chirurgie*, parait depuis 1877, in-8°. Paris, Alcan.

**Revue de Gynécologie*, paraît depuis 1897, in-8°. Paris, Masson.

**Revue d'Hygiène et de Police sanitaire*, paraît depuis 1879, in-8°. Paris, Masson.

**Revue de Médecine*, paraît depuis 1877, in-8°. Paris, Alcan.

**Revue neurologique*, paraît depuis 1893, in-8°. Paris, Masson.

**Revue d'Orthopédie*, paraît depuis 1890, in-8°. Paris, Masson.

**Revue de la tuberculose*, paraît depuis 1893, in-8°. Paris, Masson.

Les ouvrages marqués d'un astérisque sont ceux qui figurent, en totalité ou en partie, dans la Bibliothèque de la Science française, à l'Exposition de San Francisco.

LA SCIENCE GÉOGRAPHIQUE

Il n'est peut-être pas de science dont le caractère national soit aussi marqué que la Géographie. Tel pays, connu par son érudition autant que par son esprit philosophique, a la réputation d'être le principal foyer des études de géographie générale, par lesquelles on cherche à dégager les lois de la répartition des phénomènes à la surface du globe; tel autre, illustré par quelques-uns des plus grands noms de la géologie, a la spécialité des travaux sur l'évolution du relief du sol. En France, la production géographique a été surtout féconde dans le domaine de la géographie descriptive, qui cherche à dépeindre les aspects régionaux de la surface du globe dans toute leur complexité. Un catalogue des œuvres géographiques les plus remarquables, qui y ont vu le jour dans les trente dernières années, offre surtout des études régionales. On remarque particulièrement le nombre de celles consacrées au sol de la France et à ses colonies.

Cette tendance n'a pas toujours été évidente, peut-être ne sera-t-elle pas toujours exclusive. Pendant longtemps, la Géographie a été en France, comme partout ailleurs, inexistante, ou plus exactement non organisée. Seuls, quelques mathématiciens et quelques historiens se réclamaient d'elle, sans réveiller, par leurs travaux abstraits et érudits, l'intérêt général, comme le fait la géographie moderne, science descriptive et explicative à la fois, qui touche aux problèmes les plus variés.

L'attention du monde cultivé a été appelée d'abord sur

la Géographie par le développement des explorations auxquelles la France a pris une large part. L'organisation du travail et son orientation ont été relativement tardives et ont été dues, moins aux Sociétés de géographie qu'à l'enseignement universitaire, dont les cadres ont quelque peu limité et guidé l'activité géographique.

Ainsi, il est permis de distinguer plusieurs périodes dans la formation de l'école géographique française : la période des origines, où la Géographie n'est pas organisée, en dehors de la géographie mathématique et de la géographie historique, — la période des explorations, où les Sociétés de géographie jouent le principal rôle dans la diffusion des connaissances géographiques, — la période d'organisation et de production intense, qui ne remonte pas à plus de trente ans, mais qui, à elle seule, recueille une moisson d'œuvres importantes dix fois plus ample que les périodes précédentes.

Ire PÉRIODE. — GÉOGRAPHIE MATHÉMATIQUE ET HISTORIQUE

Au XVIIe et au XVIIIe siècle, la Géographie, telle que nous l'entendons maintenant, est vraiment inconnue en France, comme partout ailleurs. Des aperçus intéressants sur les rapports de l'homme et des êtres vivants avec le milieu physique se rencontrent dans les ouvrages de naturalistes comme BUFFON, de sociologues comme MONTESQUIEU, qu'on cite, à juste titre, comme des précurseurs. Mais le nom de géographe n'est réclamé que par ceux qui s'occupent de fixer, par des cartes, la figure de la surface terrestre, dans ses linéaments principaux : contours des côtes, cours des fleuves, position des villes. Le sieur SANSON, connu surtout par le système de projection qui porte son nom, se dit « Géographe du Roy » et est convoqué à ce titre par l'Académie des Sciences, au moment où Colbert transmet à cette compagnie les ordres de Louis XIV, curieux de voir des cartes exactes de son empire agrandi par des conquêtes et des acquisitions nouvelles.

L'ACADÉMIE DES SCIENCES est, pendant toute la deuxième moitié du XVIIe et le XVIIIe siècle, un foyer de géographie mathématique. Ses travaux sont suivis de près par Louis XV lui-même. C'est dans ses publications ou ses procès-verbaux qu'il faut chercher les mémoires de géographie scientifique les plus anciens, consacrés au problème des longitudes, à la mesure de la méridienne, à la fixation du canevas d'une carte de France à grande échelle, parfois même à de véritables problèmes de géographie physique, comme la théorie des bassins de BUACHE. Les noms qui reviennent le plus souvent sont ceux de PICARD, MAUPERTUIS et des CASSINI.

C'est à CASSINI DE THURY, troisième du nom, que revient le mérite d'avoir fait approuver à Louis XV, en 1746, le projet d'une carte de France, en 180 feuilles, à l'échelle de 1/86 400e (1 ligne pour 100 toises) et d'avoir réussi à mener à bien cette œuvre prodigieuse pour l'époque. A la veille de la Révolution française, les dernières feuilles en étaient levées; leur publication ne devait être achevée qu'en 1815. Nous avons ici le premier exemple de *Carte topographique* complète d'un grand État, appuyée sur une triangulation.

En même temps, les savants français se préoccupaient de la représentation exacte de pays lointains encore peu connus, Guillaume DELISLE et BOURGUIGNON D'ANVILLE nettoyent les cartes de tous les figurés erronés, accumulés par les cartographes dépourvus d'esprit critique, suivant aveuglément la tradition de Ptolémée. D'Anville a laissé une œuvre considérable, sous forme de mémoires présentés aux Académies des Sciences et des Inscriptions, dont il était à la fois membre, et de cartes très soignées, formant un atlas imposant.

Ainsi la France s'est acquis de bonne heure une réputation dans le domaine de la géographie mathématique, de la cartographie et de la géographie historique. Cette tradition s'est perpétuée et elle explique certains faits au premier abord difficiles à comprendre, par exemple, la place faite à la Géographie dans l'Institut de France, où elle n'est représentée que dans la section des sciences mathémati-

ques à l'Académie des Sciences. Elle a plutôt gêné le développement et l'organisation de la géographie moderne, qui est systématique et descriptive.

La seule œuvre qui relève de cet ordre d'idées dans cette période, est la grande *Géographie universelle* de MALTE-BRUN, précurseur de Reclus, dont il avait déjà l'érudition, la puissance de travail et la facilité élégante. Mais la partie descriptive est loin d'y donner ce que semblaient promettre les deux premiers volumes, où l'auteur avait essayé un véritable traité de géographie générale. Trop de choses manquaient alors au géographe, en France comme dans les autres pays, pour asseoir ses travaux sur des bases solides. Les sciences qui permettent l'interprétation des phénomènes de géographie physique, commençaient seulement à préciser leur méthode. La figure même des continents ne devait être fixée, par les grandes explorations, qu'au cours du XIXe siècle.

IIe PÉRIODE. — LES GRANDES EXPLORATIONS LES SOCIÉTÉS DE GÉOGRAPHIE

En se cantonnant sur le terrain des études mathématiques et historiques, la géographie française restait scientifique et précise, mais peu attrayante et peu connue. Les grandes découvertes, vulgarisées par les SOCIÉTÉS DE GÉOGRAPHIE devaient commencer à changer la situation,

La France a pris sa large part dans les voyages aventureux qui ont révélé peu à peu les linéaments exacts de la surface terrestre. Dès le XVIIIe siècle, avaient commencé les grands voyages de circumnavigation, qui ont illustré les noms de BOUGAINVILLE, de LAPÉROUSE et de DUMONT D'URVILLE. Au XIXe siècle, c'est l'intérieur des continents qui doit être reconnu. L'Afrique devient particulièrement une terre d'exploration française; ses déserts et ses steppes sont plus d'une fois arrosés du sang de voyageurs audacieux, ou de soldats luttant pour défendre et étendre l'empire colonial de la France.

Il faut rappeler au moins les noms de René CAILLÉ, qui pénétra le premier au cœur du Soudan, dans la ville alors mystérieuse de Tombouctou ; de CAILLIAUD, explorateur des ruines de la Haute-Égypte, qui pousse jusqu'aux confins du haut Nil; d'Antoine D'ABBADIE qui consacre quinze ans de labeur acharné à l'Abyssinie; de GRANDIDIER, dont toute la vie est vouée à Madagascar; des soldats tels que FAIDHERBE, dont les campagnes apportent les premières précisions sur le haut Sénégal, et FLATTERS, mort dans un guet-apens en essayant la traversée du Sahara.

Les explorations françaises s'étendent à l'Asie, où GARNIER périt au cours d'un dernier voyage dans cette Indochine qu'il a révélée et où DUTREUIL DE RHINS a le même sort dans le Thibet; à l'Amérique du Sud, dont CREVAUX ne cesse d'explorer les fleuves immenses, jusqu'à ce qu'il trouve la mort chez des Indiens aux confins de la Bolivie.

La SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE de Paris, fondée en 1821, se propose surtout de faire connaître les résultats de ces hardies explorations et d'entrer en relations personnelles avec les voyageurs étrangers eux-mêmes. Ses publications périodiques sont un recueil de documents précieux, surtout dans les premières années où la Société, à ses débuts, comprend encore plus de savants que de curieux. Outre les Comptes rendus des séances, elle éditait alors un Bulletin, auquel collaboraient BARBIER DU BOCAGE, JOMARD, FOURIER, MALTE-BRUN, WALCKENAER, VIVIEN DE SAINT-MARTIN; des Mémoires et une collection de récits de voyages, en partie traduits de l'étranger, publiée pendant quelque temps par Jomard.

La réputation de la Société de Géographie de Paris n'a cessé de grandir; tous les explorateurs ont tenu à honneur d'y exposer les résultats de leurs voyages. Le nombre de ses membres, payant une cotisation élevée, atteignait en 1910 deux mille trois cents. Sa bibliothèque comprenait 70 000 volumes. Elle décerne chaque année 34 prix. Les comptes rendus des séances et le Bulletin ont été fondus en une publication unique intitulé : *La Géographie, Bulletin de la Société de Géographie de Paris*, formant chaque année

2 gros volumes richement illustrés de photographies et cartes. En outre, la Société a plusieurs fois subventionné de grandes expéditions scientifiques ou publié leurs résultats (Crevaux, Foureau par exemple).

Elle n'est pas la seule Société de géographie parisienne. En 1876 a été fondée la Société de géographie commerciale, dont le nom explique le genre d'activité et le succès.

Un grand nombre de Sociétés de géographie sont nées dans les principales villes françaises. On en comptait une trentaine en 1910. Leur but est surtout de présenter au public les explorateurs, comme conférenciers. La plupart publient cependant un *Bulletin*, ceux des sociétés de Lyon et de Lille sont particulièrement intéressants.

L'activité des Sociétés de géographie françaises a eu comme principal résultat de faire connaître le nom de Géographie, plutôt que d'en préciser l'objet et la méthode. Elles ont préparé la formation de l'école de géographie française, dont le développement date seulement des dernières années du XIXe siècle. Jusque-là, on ne note, en dehors de leurs publications, que des œuvres se rattachant toujours au courant mathématique et historique, ou quelques brillants essais de précurseurs, d'autant plus frappants par la hardiesse et la nouveauté de leurs vues.

La science des projections est codifiée par GERMAIN; TISSOT en discute les principes généraux dans un livre qui est resté la base de tous les gros traités parus depuis. Les recherches sur la figure de la terre continuent et la représentation de la France par des cartes topographiques est confiée à une institution militaire dont le rôle éminent ne saurait être trop vanté : le SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE a produit dans un délai très bref les 267 feuilles de la Carte de l'état-major au 1/80 000e, remarquable par l'élégance et le caractère expressif de son figuré du relief. Plus tard devait venir la Carte de France au 1/200 000e. La Carte de l'Algérie au 1/50 000e, en courbes de niveau, devait servir d'expérience avant d'aboutir à la Nouvelle Carte de France au 1/50 000e, imprimée en 10 couleurs et reposant sur les levés au 1/10 000e et 1/20 000e, chef-d'œuvre

de cartographie dont la perfection retarde malheureusement l'achèvement.

La géographie historique continue en même temps à être cultivée. Jomard, Barbié du Bocage, Vivien de Saint-Martin sont les principaux noms à citer.

Des précurseurs posent déjà les bases de la géographie physique : suivant les traces de J. D'OMALIUS D'HALLOY, le géologue Élie DE BEAUMONT, dans le 1er volume de son *Explication de la Carte géologique de la France*, a marqué nettement les rapports de la topographie du bassin parisien avec le sous-sol. L'ingénieur SURELL, dans son *Étude sur les torrents des Alpes*, a fixé les lois essentielles de l'érosion, avec les principes du niveau de base et du profil d'équilibre. BELGRAND condense dans son livre intitulé *la Seine, études hydrologiques*, les fruits de son expérience, en donnant le premier modèle de monographie fluviale. Élisée RECLUS, après quelques essais préliminaires, a publié en 1869 les 2 volumes d'introduction de sa géographie universelle qui, sous le titre *la Terre*, sont un véritable essai de géographie générale.

IIIe PÉRIODE. — FORMATION DE L'ÉCOLE GÉOGRAPHIQUE FRANÇAISE.

On peut s'étonner qu'il ait fallu attendre à la fin du XIXe siècle pour voir la production géographique vraiment organisée et orientée en France. Il suffit de jeter les yeux sur les pays voisins pour reconnaître que la formation d'une école géographique n'y a guère été plus précoce. Le léger retard constaté en France ne s'explique pas uniquement par la persistance du mouvement aiguillant la Géographie du côté des mathématiques, de la cartographie et de l'histoire. Grouper les travailleurs, leur imposer une discipline scientifique, coordonner leurs efforts en vue de la réalisation d'un programme défini, est une œuvre que seul pouvait accomplir l'enseignement universitaire, disposant de tous ses moyens d'action. Suspect d'être un foyer

d'idées libérales, le corps enseignant a été peu favorisé par la Royauté et l'Empire et n'a été constitué en Universités autonomes que sous la troisième République. Paris et Lyon ont seules, pendant longtemps, possédé une chaire de Géographie. La création de laboratoires ou instituts de Géographie dans toutes les Universités date seulement de quelques années.

On s'explique que la Géographie ait eu besoin, plus qu'une autre discipline intellectuelle, de l'organisation universitaire, si l'on songe à la variété des problèmes qu'elle est amenée à aborder dès qu'elle cesse d'être purement cartographique et historique, dès qu'elle veut à la fois décrire et expliquer les aspects de la nature. Elle fait appel aux données des sciences physiques, naturelles et sociales et doit pourtant, si elle veut garder son individualité, avoir sa méthode et son orientation propres.

Les faits démontrent en France l'utilité des cadres universitaires pour obtenir ce résultat. A partir du moment où l'enseignement supérieur est organisé, la production géographique est intensifiée sous toutes ses formes, et, de l'accumulation des œuvres originales, se dégage une impression d'ensemble très nette.

Il serait injuste sans doute de méconnaître la haute valeur de plusieurs personnalités et il n'est pas douteux que la Géographie aurait, par elles seules, réalisé des progrès notables. Élisée RECLUS a, dans les 18 volumes de sa *Nouvelle Géographie universelle,* donné de toute la surface du globe une description vivante et claire qui n'a été surpassée par aucune œuvre analogue. VIVIEN DE SAINT-MARTIN a publié une histoire de la Géographie estimable et mis sur le chantier deux vastes entreprises, que des collaborateurs dévoués ont réussi à achever, créant des instruments de travail d'une grande valeur : le *Dictionnaire de Géographie* en 9 volumes et l'*Atlas de Géographie*, dont les cartes, finement gravées, offrent encore pour bien des pays l'aperçu d'ensemble le plus correct et le plus clair.

Des savants indépendants, suivant les traces de Surell et d'Élie de Beaumont, dégagent les lois de l'évolution du

relief du sol. C'est à l'association d'un topographe et d'un géologue éminents qu'est dû cet ouvrage classique: *les Formes du terrain*, par le général DE LA NOE et Emm. DE MARGERIE.

Le premier rôle dans la préparation du travail géographique revient pourtant à un professeur, Paul VIDAL DE LA BLACHE. Son atlas, longuement étudié, merveilleusement clair et riche en données physiques et économiques, est dans toutes les mains. La revue qu'il a fondée sous le titre : *Les Annales de Géographie*, et continue à publier en collaboration avec Emm. DE MARGERIE et L. GALLOIS est devenue un des périodiques les plus universellement estimés. Dans ses colonnes ont paru presque tous les travaux originaux, qui ne sont pas des mémoires étendus, produits depuis vingt ans par l'école française. La Bibliographie annuelle, donnée comme supplément, est devenue, sous la direction de L. RAVENEAU, un instrument de travail d'un prix inestimable.

Outre son *Atlas* et sa revue, la personnalité de Vidal de la Blache s'est affirmée par des œuvres de géographie descriptive d'une lecture captivante : *Autour de la France, États et nations de l'Europe* et surtout son admirable *Tableau géographique de la France*, écrit pour servir d'introduction à l'*Histoire de France* de Lavisse et réédité à part avec une profusion d'illustrations habilement commentées.

Mais c'est surtout par son enseignement à l'École normale et à la Sorbonne que l'influence de Vidal de la Blache s'est exercée. Il n'est guère douteux que sa personnalité ait contribué à orienter les travaux de ses élèves; mais ceux-ci étaient d'eux-mêmes aiguillés par l'organisation de l'enseignement universitaire, qui est responsable, en partie, des caractères de l'École géographique française.

On ne saurait trouver preuve plus directe du rôle des universités dans le développement de la Géographie. Plus de la moitié des ouvrages géographiques les plus importants, publiés dans les vingt-cinq dernières années, sont des thèses de doctorat. Parmi celles-ci, le plus grand nombre reflètent naturellement l'enseignement donné dans les chaires universitaires.

Pendant longtemps, la tradition historique s'était maintenue à l'Université de Paris elle-même, où la chaire de Géographie était occupée par des historiens. Elle est encore brillamment représentée par les travaux de L. Gallois sur les géographes de la Renaissance et sur les noms de pays de la région parisienne. Quand on commença à se tourner résolument vers la description des aspects actuels de la surface terrestre, les conséquences de l'organisation universitaire se firent sentir. L'enseignement géographique était donné seulement dans la Faculté des Lettres, où il voisinait avec la philologie et surtout l'histoire. Dans les examens, Histoire et Géographie étaient toujours associées. Une chaire et un laboratoire de géographie physique n'ont été fondés à la Faculté des sciences qu'en 1893. On ne saurait s'étonner, dans ces conditions, que l'effort des géographes, formés dans les Universités, se soit porté, moins vers la géographie générale, exclusivement scientifique, que vers la géographie descriptive, où des qualités de composition et de style sont indispensables ; moins vers la géographie physique, qui s'appuie sur les sciences naturelles, que vers la géographie humaine, qui touche à l'histoire.

La liste des ouvrages de géographie régionale qui méritent de retenir l'attention est presque identique avec celle des meilleures thèses de doctorat présentées à la Sorbonne. Ce sont : *le Sahara* de SCHIRMER, audacieuse, claire et élégante synthèse de nos connaissances sur le grand désert, il y a vingt-cinq ans ; *la Valachie*, de Emm. DE MARTONNE, première monographie où tous les problèmes ont été étudiés sur le terrain par l'auteur ; *la Picardie*, de A. DEMANGEON, prototype des descriptions de régions françaises qui vont se succéder : *la Flandre*, de BLANCHARD ; *le Berri*, de VACHER ; *le Poitou*, de PASSERAT. Dans la plupart de ces ouvrages, l'étude de la géographie physique va de pair avec celle de la géographie humaine. Mais bientôt celle-ci devient exclusive. C'est ainsi que SION étudie les paysans de la Normandie orientale, suivant un plan historique ; que VALLAUX décrit avec exactitude les agriculteurs et les marins de la Basse-Bretagne. Le plus original de ces essais est



J.-S.-C. DUMONT D'URVILLE (1790-1842)

LITHOGRAPHIE
PAR MAURIN

celui de M. SORRE, sur les Pyrénées méditerranéennes, où l'analyse exacte du tapis végétal, dans une région de contrastes hypsométriques et climatiques très marqués, sert de préface à celle des genres de vie. L'étude de Rouen, par LEVAINVILLE, est la monographie urbaine la plus approfondie. Le Tableau de la géographie politique de la France du Sud-Ouest, dû à SIEGFRIED, montre jusqu'où peut conduire l'application de la méthode géographique.

Les études régionales de pure géographie physique sont plus rares, malgré l'impulsion donnée par les Leçons de géographie physique de A. DE LAPPARENT et l'Architecture du sol de la France, où BARRÉ s'inspirant de Suess, fait ce qu'il appelle justement un « essai de géographie tectonique », enquête sur les traits de la structure du sous-sol qui intéressent le relief.

Parmi les essais publiés dans les *Annales de Géographie* et dus à la plume de géologues, il faut signaler tout particulièrement l'étude de M. LUGEON sur l'origine des vallées des Alpes occidentales. Les *Recherches sur l'évolution du relief des Alpes de Transylvanie*, de Emm. DE MARTONNE sont le premier grand travail, qui applique à une région montagneuse, en partie cartographiée par l'auteur, les principes originaux de l'école américaine, en y ajoutant, suivant la tradition française, le contrôle de l'analyse géologique. Les conclusions en ont été adoptées et étendues à toute la chaîne des Carpathes, par les géographes polonais. En France même, l'étude des cycles d'érosion a donné depuis des résultats intéressants aussi bien en Bretagne que dans le Massif central, où DEMANGEON a reconnu le Limousin, BRIQUET l'Auvergne et le Lyonnais.

La Morphologie, ou science du relief du sol, est donc en France, comme aux États-Unis, la branche de la géographie physique la plus cultivée. On ne doit pas cependant oublier les beaux travaux de A. ANGOT, sur les températures et les pluies en France, et l'activité de Ch. FLAHAULT et de ses élèves (LAPIE, HARDY, etc.).

En somme, malgré de brillantes exceptions, la produc-

tion géographique en France apparaît orientée, par suite des traditions et de la nature des cadres universitaires, plutôt vers la géographie descriptive que vers la géographie générale, et surtout vers la géographie humaine. Les études sur les régions françaises sont les plus nombreuses et forment une série cohérente. Mais l'extension du domaine colonial, qui se constitue définitivement dans les vingt dernières années du XIXe siècle, élargit les horizons et nous nous trouvons en présence d'une masse considérable de publications géographiques consacrées aux terres françaises, africaines et asiatiques.

Chaque grande colonie a son Bulletin périodique, publié par le gouvernement ou par une société.

L'Afrique du Nord est consacrée terre française de Gibraltar à Tunis par un ensemble de travaux remarquables : explorations de FOUCAULD et SEGONZAC au Maroc, esquisse physique du même pays par GENTIL, publications de la Mission scientifique marocaine soutenue par la Société de Géographie; série des études de E.-F. GAUTIER sur le relief et l'évolution des cours d'eau en Algérie parues dans les *Annales de Géographie*, de FLAMAND sur les hauts plateaux et les chotts, de BERNARD et LACROIX sur le nomadisme arabe et berbère, de GINESTOUS sur le climat de la Tunisie; monographie du haut Tell tunisien due à l'administrateur MONCHICOURT, tableau de la géographie botanique de la Kabylie dû à un élève de Flahault, le forestier LAPIE.

En deux volumes d'une haute valeur scientifique, GAUTIER et CHUDEAU étudient le Sahara occidental à tous les points de vue : évolution géologique, relief, origines du régime désertique, faciès du paysage végétal, populations primitives et avenir économique. Les publications variées de FLAMAND ont contribué à éclaircir les mêmes problèmes. Sa grande monographie géologique démontre notamment l'ancienneté du régime désertique et son interruption au quaternaire. D'excellentes thèses de doctorat sont consacrées aux pays de la boucle du Niger (Pays Mossi, par MARC), aux régions équatoriales de Guinée (Dahomey, par HUBERT), à la géographie physique de Madagascar (Gautier).

De plus en plus, les comptes rendus de voyages d'exploration prennent la valeur d'œuvres scientifiques originales. Il ne s'agit plus en effet de raids audacieux, mais d'expéditions organisées avec soin, conduites ou accompagnées par des savants et dont les résultats apportent une contribution importante, non seulement à la Géographie, mais aux sciences naturelles et sociales. Les travaux de CHEVALIER sur l'Afrique centrale ont défini à la fois le paysage végétal et les genres de vie des peuplades du Chari. DESPLAGNES a révélé des liaisons insoupçonnées entre les civilisations du Niger moyen et de l'Égypte. La traversée du Sahara, accomplie par FOUREAU et LAMY, a donné lieu à la publication de deux gros volumes. L'exploration du Tchad, par la mission TILHO, nous a fait connaître exactement la curieuse géographie de cette nappe lacustre, aux aspects changeants.

L'activité des explorateurs ne s'est pas confinée à l'Afrique ni aux colonies françaises. Il suffit de citer les missions de DUTREUIL DE RHINS dans l'Asie centrale, dont les résultats si importants, au point de vue ethnographique, ont été publiés par son compagnon GRENARD; celles de MORGAN en Perse, qui lui ont permis de donner une série de monographies géographiques des différentes régions naturelles de l'Iran; la mission envoyée en Chine par la Chambre de Commerce de Lyon, dont le rapport reste un des monuments de la géographie économique; enfin les importantes publications de la mission PAVIE en Indochine, touchant surtout à l'ethnographie.

L'élargissement, de jour en jour plus grand de l'horizon de la géographie française, devait l'amener naturellement à la géographie générale, qui dégage les lois des phénomènes locaux. Cette branche, plus scientifique et plus philosophique de la Géographie commence en effet à donner, en France, des fruits longuement mûris. Les deux volumes d'introduction de la Géographie universelle de E. Reclus, étaient restés le seul ouvrage se rapprochant d'un Traité de géographie générale. Les Leçons de géographie physique

de A. de Lapparent, avaient donné une certaine impulsion à l'étude du relief du sol. Le *Traité de géographie physique* de Emm. de Martonne est le premier essai pour codifier, sous une forme condensée et rigoureusement scientifique, les résultats généraux obtenus à la fois dans le domaine de la climatologie, de l'hydrographie, de la morphologie et de la biogéographie.

La Géographie humaine de J. Brunhes offre à la fois une remarquable tentative de synthèse des faits géographiques les plus complexes et quelques bons exemples d'études de détail, supérieurement illustrées.

On donnerait une idée incomplète du développement de la géographie française, si l'on ne citait enfin les œuvres qui continuent les traditions de géographie historique, mathématique et cartographique. A la première de ces directions se rattachent les travaux de la Commission de géographie historique et descriptive, du Ministère de l'Instruction publique, où reviennent souvent les noms de G. Marcel, Hamy, Vidal de La Blache, L. Gallois, et le beau livre de ce dernier sur les noms de pays de France; à la seconde, les publications de la mission envoyée par l'Académie des Sciences et le Service géographique de l'Armée pour mesurer un arc de méridien à l'Équateur et les travaux géodésiques de Hellbronner dans les Alpes françaises. Enfin la cartographie française peut se vanter d'avoir préparé la voie à l'élaboration d'une carte du monde au 1 : 1.000.000e par les cartes d'Asie et d'Afrique du Service géographique de l'Armée et par l'admirable carte générale des Océans, publiée sous les auspices du prince de Monaco.

Il y a donc des indices multiples d'une spécialisation moins étroite de l'école géographique française.

Son activité, longtemps limitée à la géographie historique et mathématique (1re période), s'est étendue d'abord à l'exploration des continents (2e période), a été aiguillée ensuite, par l'organisation de l'enseignement universitaire, vers la géographie descriptive et vers l'étude des régions fran-

çaises, surtout au point de vue de la géographie humaine. Elle se tourne enfin, sans négliger les travaux de géographie mathématique et de cartographie qui ont fait sa réputation, vers la géographie physique et la géographie générale.

L'impression qui se dégage cependant de la dernière période de production intensive, reste celle d'une école de géographie régionale, dont les travaux abordent les sujets les plus divers, il est vrai, grâce à la variété du sol même de la France et à l'extension de son empire colonial.

Emm. DE MARTONNE.

BIBLIOGRAPHIE

PREMIÈRE PÉRIODE

Carte particulière des environs de Paris, par MM. de l'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, en l'année 1674, gravée par F. de la Pointe en l'an 1678. 9 feuilles, échelle 1 : 86 662.

Abbé PICARD. — *Mesure de la terre*. Mémoires de l'Académie royale des Sciences, t. VII, 1re partie. Paris, 1729.

B. D'ANVILLE. — *Atlas*, paru en une série de cartes de 1750 à 1760.

CASSINI. — *De la carte de la France et de la perpendiculaire de la méridienne de Paris*. Histoire de l'Académie royale des Sciences, année 1733. Paris, 1735.

CASSINI DE THURY. — **Carte de la France à l'échelle de 1 ligne pour 100 toises*, 183 feuilles. Paris, 1744-1787.

Ph. BUACHE. — *Essai de géographie physique, où l'on propose des vues générales sur l'espèce de charpente du globe, composée des chaînes de montagnes qui traversent les mers comme les terres*. Histoire de l'Académie royale des Sciences, 1752, Mémoires de mathématique et de physique, p. 399-416.

L.-A. DE BOUGAINVILLE. — *Voyage autour du monde par la frégate du roi « la Boudeuse » et la flûte « l'Étoile » en 1766, 1767, 1768, 1769*, in-4°. Paris, 1771.

— *Géographie physique*, tome Ier, in-4°. Paris, Agasse, 1795. (Extraits de BUACHE, BUFFON, GUETTARD, LAVOISIER, etc.)

J.-J. D'OMALIUS-D'HALLOY. — *Essai sur la Géologie du Nord de la France*. Journal des Mines, t. XXIV, 1808, pp. 123-152, 271-318, 345-392, et 459-466.

MALTE-BRUN. — **Précis de géographie universelle*, 8 vol. in-8°. Paris, 1810-1829.

DEUXIÈME PÉRIODE

Baron H. DE BOUGAINVILLE. — *Journal de la navigation autour du globe de la frégate « la Thétis » et de la corvette « l'Espérance » exécuté pendant les années 1824, 1825 et 1826*, 2 vol. in-4° et atlas. Paris, Arthus Bertrand, 1838.

DUMONT D'URVILLE. — *Voyage de découvertes de l' « Astrolabe » exécuté pendant les années 1826, 1827, 1828, 1829*, 12 vol. in-8° avec 7 vol. de pl. Paris, 1830 et s.

— *Voyage au pôle Sud et dans l'Océanie, sur les corvettes l' « Astrolabe » et la « Zélée » pendant les années 1837 à 1840*, 23 vol. in-8° avec 6 vol. de pl. Paris, Gide, 1842-1853.

F. GARNIER. — *Voyage d'exploration en Indo-Chine, 1866-1868*, 2 vol. in-4°. Paris, Hachette, 1873.

— *Voyage dans la Chine centrale*. Bulletin de la Société de Géographie de Paris. 1874.

Antoine D'ABBADIE. — *Géodésie d'Éthiopie ou Triangulation d'une partie de la Haute Éthiopie*, rédigée par Rod. Radau, in-4°. Paris, Duprat, 1860-1873.

— *Observations relatives à la physique du globe faites au Brésil et en Éthiopie*, in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1873.

— *Géographie de l'Éthiopie*, tome I, in-8°. Paris, G. Mesnil, 1890.

J. CREVAUX. — *Voyages dans l'Amérique du Sud*, in-4°. Paris, Hachette, 1882.

— *Fleuves de l'Amérique du Sud*, in-4°. Paris, Société de Géographie, 1883.

A. GRANDIDIER. — **Histoire naturelle, physique et politique de Madagascar*. En cours de publication, 28 vol. parus, gr. in-4°. Paris, Hachette, 1875 et suiv.

* *Bulletin de la Société de Géographie*, paru de 1822 à 1899, in-8°. Paris.

* *Bulletin de la Société de géographie de Lyon*, paraît depuis 1874, in-8°. Lyon.

A. SURELL. — * *Étude sur les torrents des Hautes-Alpes*, 1841; 2e édit. avec une suite par E. Cézanne, 2 vol. in-8°. Paris, Dunod, 1870-1872.

E. RECLUS. — * *La Terre, description des phénomènes de la vie du globe*, 2 vol. gr. in-8°. Paris, Hachette, 1867-1868.

BELGRAND. — * *La Seine, études hydrologiques... Applications à l'agriculture*, gr. in-8° et atlas in-fol. Paris, Dunod, 1872.

VIVIEN DE SAINT-MARTIN. — * *Histoire de la Géographie et des découvertes géographiques depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours*, gr. in-8° avec atlas. Paris, Hachette, 1873.

TISSOT. — *Mémoire sur la représentation des surfaces et les projections des cartes géographiques*, in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1881.

* *Carte de France, dite carte de l'État-Major, à l'échelle de 1/80 000e*. Exécutée de 1818 à 1866 et publiée à Paris de 1833 à 1882.

* *Carte de France à l'échelle de 1/200 000e*.

* *Nouvelle carte de France à l'échelle de 1/50 000e*. Commencée en 1897 et en cours de publication.

Carte topographique de l'Algérie à l'échelle de 1/50 000e, publiée à partir de 1883 par le Service géographique de l'armée.

TROISIÈME PÉRIODE

1° *PÉRIODIQUES ET GÉNÉRALITÉS*

* *Revue de Géographie*, publiée par L. Drapeyron, de 1877 à 1905, in-8°. Paris, Delagrave.

* *Revue de Géographie annuelle*, publiée depuis 1907 sous la direction de Ch. Vélain, in-8°. Paris, Delagrave.

* *Annales de Géographie*, publiées depuis 1891, in-8°. Paris, A. Colin.

* *Annales de Géographie. Bibliographie annuelle*, publiée sous la direction de L. Raveneau, 22 vol. in-8° parus. Paris, A. Colin.

Bulletin de la Société de géographie de Lille, publié depuis 1880, in-8°.

La Géographie, Bulletin de la Société de Géographie de Paris, gr. in-8°. Paris, Masson, depuis 1900.

Bulletin de la Société de géographie de Lyon, nouvelle série depuis 1908, in-8°, avec planches.

Bulletin de Géographie historique et descriptive, publié par le Ministère de l'Instruction publique, depuis 1886, in-8°. Paris.

Bulletin économique de l'Indo-Chine, publié depuis 1898, in-8°. Haïphong.

**Bulletin du Comité de l'Asie française*, publié depuis 1902, in-4°. Paris.

**Bulletin du Comité de l'Afrique française*, publié depuis 1891, in-4°. Paris.

Bulletin du Comité de Madagascar, publié de 1895 à 1899, in-8°. Paris.

Revue de Madagascar, publiée depuis 1899, in-8°. Paris.

Vivien de Saint-Martin et Schrader. — **Atlas universel de géographie*, in-fol. Paris, Hachette, 1877 et suiv.

Schrader, Prudent et Anthoine. — **Atlas de géographie moderne*, in-4°. Paris, Hachette, 1890.

Vidal de la Blache. — **Atlas général*, in-fol. Paris, Colin, 1894.

**Carte générale bathymétrique des océans*, publiée par le Cabinet scientifique de S. A. S. le Prince de Monaco.

Vivien de Saint-Martin. — **Nouveau dictionnaire de géographie universelle*, 7 vol. et 2 suppl., in-4°. Paris, Hachette, 1879-1900.

E. Reclus. — **Nouvelle Géographie universelle*, 19 vol. in-8°. Paris, Hachette, 1875-1893.

De la Noë et E. de Margerie. — *Les Formes du terrain*, in-4° avec atlas. Paris, Impr. Nat., 1888.

P. Joanne. — **Dictionnaire géographique et administratif de la France*, 7 vol. in-4°. Paris, Hachette, 1890-1905.

A. DE LAPPARENT. — *Leçons de géographie physique, in-8°. Paris, G. Masson, 1896; 3e éd. 1901.

F. DE MONTESSUS DE BALLORE. — *Les Tremblements de terre, géographie séismologique, in-8°. Paris, A. Colin, 1906.

E. DE MARTONNE. — *Traité de géographie physique, 1907; 2e éd. Paris, A. Colin, 1913.

BERTHAUT (Général). — *Topologie; étude du terrain, 2 vol. in-4°. Imprimerie du Service géographique de l'armée, 1909-1910.

— *Connaissance du terrain et lecture des cartes (Études topologiques), in-4°. Paris, Ibid., 1912.

J. BRUNHES. — *La Géographie humaine, 2e éd., in-8°. Paris, F. Alcan, 1912.

2° FRANCE

L. ÉLIE DE BEAUMONT. — Explication de la carte géologique de France, 3 vol. in-4°. Paris, Impr. Royale, 1841.

B. AUERBACH. — *Le Plateau lorrain, in-12. Paris, Nancy. Berger-Levrault, 1893.

Ch. FLAHAULT. — *Essai d'une carte forestière et botanique de la France. A. G. (1), VI, 1897, p. 289-312.

A. ANGOT. — *Études sur le climat de la France, in-4°. Paris, Gauthier-Villars, 1897-1907.

A. DELEBECQUE. — *Les Lacs français, in-4° et atlas. Paris, Chamerot et Renouard, 1898.

M. LUGEON. — Recherches sur l'origine des vallées des Alpes occidentales. A. G. X., 1901, p. 295-317 et 401-428.

Commandant O. BARRÉ. — *L'Architecture du sol de la France, in-8°. Paris, A. Colin, 1903.

VIDAL DE LA BLACHE. — *La France, tableau géographique, in-8°, 1903; 2e éd., in-4°, 1908. Paris, Hachette.

A. DEMANGEON. — *La Picardie, in-8°. Paris, A. Colin, 1905.

R. BLANCHARD. — La Flandre, in-8°. Paris, A. Colin, 1906.

Emm. DE MARTONNE. — *La Pénéplaine et les côtes bretonnes. A. G., t. XV, 1906, p. 213 et 299.

C. VALLAUX. — *La Basse-Bretagne; étude de géographie humaine, in-8°. Paris, Ed. Cornély, 1907.

(1) Annales de Géographie.

L. Gallois. — **Régions naturelles et noms de pays*, in-8°. Paris, A. Colin, 1908.

A. Vacher. — **Le Berry, contribution à l'étude géographique d'une région française*, in-8°. Paris, A. Colin, 1908.

A. Briquet. — **La Pénéplaine du Nord de la France*. A. G., t. XVII, 1908, p. 205-223.

Ch. Passerat. — **Les Plaines du Poitou*, in-8°. Paris, Delagrave, 1909.

J. Sion. — **Les Paysans de la Normandie orientale; étude géographique*, in-8°. Paris, A. Colin, 1909.

A. Demangeon. — **Le Relief du Limousin*. A. G., t. XIX, 1910, p. 120-149.

A. Briquet. — **Sur la morphologie de la partie médiane et orientale du Massif Central*. A. G., t. XX, 1911, p. 30 et 122.

Emm. de Martonne. — **L'Érosion glaciaire et la formation des vallées alpines*. A. G., t. XIX, 1910, p. 289, et XX, 1911, p. 1.
— **L'Évolution des vallées glaciaires alpines en particulier dans les Alpes du Dauphiné*. Bulletin de la Société géologique de France, 4e série, t. XII, 1912, p. 516-549.

P. Hellbronner. — *Description géométrique détaillée des Alpes françaises*. Tome I. *Chaîne méridienne de Savoie*, in-4°. Paris, Gauthier-Villars 1910.

J. Levainville. — **Rouen, étude d'une agglomération urbaine*, in-8°. Paris, A. Colin, 1913.

Siegfried. — **Tableau politique de la France de l'Ouest sous la IIIe République*, in-8°. Paris, A. Colin, 1913.

3° COLONIES FRANÇAISES

H. Schirmer. — *Le Sahara*, in-8°. Paris, Hachette, 1893.

E.-F. Gautier. — *Madagascar; essai de géographie physique*, in-8°. Paris, Challamel, 1902.

P. Pelet. — **Atlas des colonies françaises*, in-fol. Paris, A. Colin, 1902.

F. Foureau. — *Mission saharienne Foureau-Lamy. D'Alger au Congo par le lac Tchad*, in-8°. Paris, Masson, 1902.
— **Documents scientifiques de la Mission saharienne* (Mission Foureau-Lamy), 2 vol. in-4° et atlas. Paris, Masson, 1903-1905.

Mission Pavie : Indo-Chine, 1879-1895. IV et V. *Géographie et Voyages*, 2 vol. in-4°. Paris, Leroux, 1902.

A. Bernard et N. Lacroix. — **L'Évolution du nomadisme en Algérie*, in-8°. Paris, A. Challamel, 1906.

G. Ginestous. — *Études sur le climat de la Tunisie*, in-8°. Tunis, Imprimerie Centrale, 1906.

Aug. Chevalier. — **Mission Chari - Lac Tchad, 1902-1904. L'Afrique centrale française*, in-8°. Paris, A. Challamel, 1907.

— **Mission Chari - Lac Tchad. Études sur la flore de l'Afrique centrale française* (*Bassin de l'Oubangui et du Chari*). Tome I. *Énumération des plantes récoltées*, in-8°. Paris, A. Challamel, 1913.

— **Les Végétaux utiles de l'Afrique tropicale française*, 8 fasc. in-8°. Paris, A. Challamel, 1905-1913.

Lieutenant Desplagnes. — **Le Plateau central nigérien; une mission archéologique et ethnographique au Soudan français*. in-8°. Paris, E. Larose, 1907.

E.-F. Gautier et R. Chudeau. — **Missions au Sahara*, 2 vol. in-8°. Paris, A. Colin, 1908-1909.

H. Hubert. — **Contribution à l'étude de la géographie physique du Dahomey*, in-8°. Paris, E. Larose, 1908.

Lieutenant Marc. — *Le Pays Mossi. Le pays et les peuples de la boucle centrale du Niger*, in-8°. Paris, E. Larose, 1909.

G. Lapie. — **Étude phytogéographique de la Kabylie du Djurdjura*, in-8°. Paris, Delagrave, 1909.

De Segonzac. — *Au Cœur de l'Atlas. Mission au Maroc, 1904-1905*, in-8°. Paris, Larose, 1910.

Documents scientifiques de la Mission Tilho, 1906-1909 (*Mission Tilho*), 2 vol. in-8° et 7 cartes en portefeuille. Impr. Nat., 1910-1911.

G.-B.-M. Flamand. — *Recherches géologiques et géographiques sur le haut-pays de l'Oranie et sur le Sahara*, in-4°. Lyon, 1911.

L. Gentil. — **Le Maroc physique*, in-16. Paris, Alcan, 1912.

Ch. Monchicourt. — **La Région du Haut-Tell*, in-8°. Paris, A. Colin, 1913.

4° *AUTRES RÉGIONS*

Vidal de la Blache. — **États et Nations de l'Europe; Autour de la France*, in-18. Paris, Delagrave, 1889.

J. DE MORGAN. — **Mission scientifique en Perse, 1889-1891*. t. I et II. *Études géographiques*, Paris, E. Leroux, 1894-1895.

DUTREUIL DE RHINS et F. GRENARD. — *Mission scientifique dans la Haute-Asie, 1890-1895*, in-4°. Paris, Leroux, 1897-1898.

**Mission lyonnaise d'explorations commerciales en Chine, 1895-1897*, in-8° et atlas. Lyon, Rey, 1898.

J. BRUNHES. — **L'Irrigation, ses conditions géographiques, ses modes et son organisation dans la péninsule ibérique et dans l'Afrique du Nord*, in-8°. Paris, C. Naud, 1902.

Emm. DE MARTONNE. — **La Valachie. Essai de monographie géographique*, in-8°. Paris, A. Colin, 1902.

— **Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Transylvanie* (*Karpates méridionales*), in-8°. Paris, Delagrave, 1907.

M. HARDY. — **Esquisse de la géographie et de la végétation des Highlands d'Écosse*, in-8°. Paris, Lahure, 1905.

Dr A. CHERVIN. — **Anthropologie bolivienne*, gr. in-8°. Paris, Impr. Nat., 1907.

G. COURTY. — **Explorations géologiques dans l'Amérique du Sud*, gr. in-8°. Paris, Impr. Nat., 1907.

Dr M. NEVEU-LEMAIN. — **Les Lacs des hauts plateaux de l'Amérique du Sud*, gr. in-8°. Impr. Nat., 1907.

A. MÉTIN. — **La mise en valeur de la Colombie britannique*, in-8°. Paris, Colin, 1907.

A. CUREAU. — **Les Sociétés primitives de l'Afrique équatoriale*, in-16. Paris, Colin, 1912.

Mission du Service géographique de l'armée pour la mesure d'un arc de méridien équatorial en Amérique du Sud, 1899-1906, 10 vol. et 1 atlas prévus; en cours de publication depuis 1910, in-4°. Paris, Gauthier-Villars.

M. SORRE. — **Les Pyrénées méditerranéennes, étude de géographie biologique*, in-8°. Paris, A. Colin, 1913.

D. PASQUET. — **Londres et les ouvriers de Londres*, in-8°. Paris, A. Colin, 1913.

Les ouvrages marqués d'un astérisque sont ceux qui figurent, en totalité ou en partie, dans la Bibliothèque de la Science française, à l'Exposition de San Francisco.

TABLE DES MATIÈRES

Paris. — Imp. LAROUSSE, 17, rue Montparnasse.